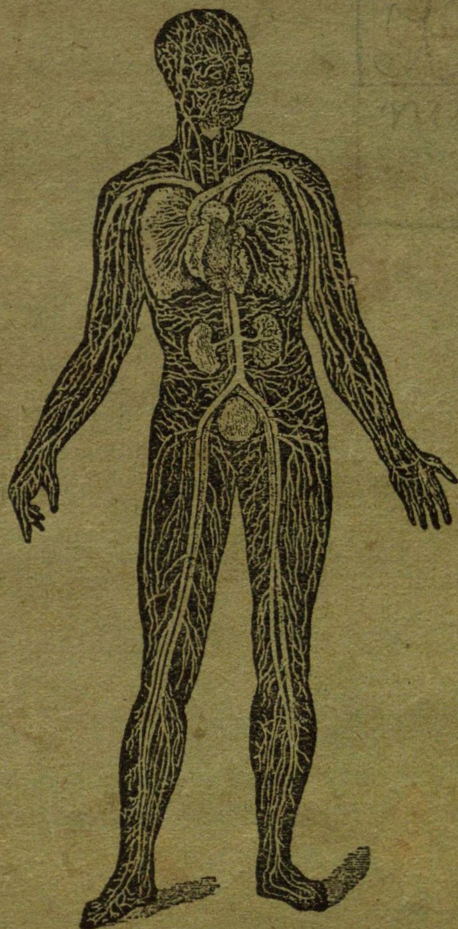
J. BARONAS

ŽMOGAUS KŪNAS





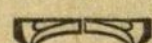
aina 2,

J. BARONAS

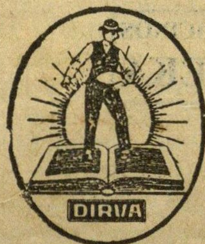


ŽMOGAUS KŪNAS

TRUMPA
ŽMOGAUS ANATOMIJA IR FIZIOLOGIJA



TREČIASIS PAPILDYTAS LEIDIMAS



«DIRVOS» B-VĖS LEIDINYS
Kaunas — Marijampolė
1935 metai

Reikalingiausios priemonės žmogaus kūnui pažinti.

1. Mikroskopas, padid. 60—300 kartų.
2. Audinių preparatai.
3. Žmogaus kaulai, sujungti ir atskiri.
4. Kaulo išilginis piūvis.
5. Gyvulių organai: širdis, gerklos, plaučiai, pilvelis, jeknos, kasa, inkstai, akis.
6. Organų modeliai arba paveikslai.
7. Kitos priemonės, knygoje paminėtos.

«Dirvos» b-vės spaustuvė Marijampolėj. Jos kontora Kaune, Laisvės al. 29

Įžanga.

Ką seniau žmonės dirbdavo savo rankomis arba gyvulių jėga, tą šiandien greičiau ir dailiau atlieka visokios mašinos; mes visur matome mašinas pavaduojant žmogų ir darbinį gyvulį: mašinos aria ir sėja, piauna ir kulia, verpia ir audžia. Mes nežinome tačiau nė vienos mašinos, kurios jėga rastųsi savaime, iš nieko: vienoms mašinoms varyti žmogus naudojas vėju ir tekančiu vandenim, kitoms—elektra arba šilima. Šitos negyvosios gamtos jėgos, pritaikintos mašinai, padirba kokį nors darbą: vėjas ir vanduo suka, pav., malūno véleną, elektra varo miesto gatvėmis tramvajus, šilima verčia vandenį fabrikų katiluose garais, kurie judina mašinų dalis. Kad mašinai gautume šilimos, mes deginame kokius nors degalus: malkas, akmenines anglis, durpes, benziną ir p.

Ne tiktai mašinoje, bet ir gyvuose augalų ir gyvulių kūnuose darbo jėga nesidaro iš nieko, savaime nesiranda: žalieji augalai savo darbui naudojasi tiesiog saulės šilima ir šviesa, o žmogus ir gyvuliai jėgai pasigaminti nuolat imasi maisto, iš kurio bekintančio jų kūne randasi šilimos ir jėgos. Juo didesnis darbas tenka žmogui nudirbti, juo daugiau jam reikia maisto. Tą pat matome garo mašinoje: jei ilgiau trunka jos darbas, tai ir kuro jai reikia daugiau suvartoti. Taigi, kiekvienam darbui yra eikvojamos medžiagos — vienur kuras, kitur maistas, ir jei dirbąs žmogus negauna kiek reikiant maisto, tada eikvojasi jo kūno atsarginės medžiagos (riebalai) ir žmogus eina liesyn.

Nors garo mašina dirba naudingą darbą, bet jai bedirbant atsiranda nereikalingų medžiagų: netyro vandens, pelenų ir atmatų, kurios tenka šalinti, kad netrukdytų tolesnio mašinos darbo. Kiekviename gyvame kūne darosi tas pat. Tokiu būdu, gyvą kūną tiek gyvulio, tiek žmogaus mes galime prilyginti garinei mašinai. Gyvas kūnas yra tačiau tokia mašina, kuri dirba tolydžio; jo darbas nesustoja nė valandėlei; net miegančio žmogaus nesiliauja kvėpavę plaučiai, plakusi širdis, ir visą laiką, kol gyvas, jame darosi šilima.

Mašinas žmonės dirbasi iš labai tvirtų medžiagų—naugių, akmens ir medžio; ir vis tiktai mes nešinome tokios mašinos, kuri galėtų dirbti negesdama ilgus metus. Žmogaus gi kunas

yra padarytas, išskiriant kaulus, iš nepastovių ir gležnų medžiagų, kurios greitai irsta ir pūva; tačiau jo gyvenimas, nors būdamas nepaliaujamas darbas, tęsiasi dešimtis ir kai kada per šimtą metų. Tad ateina klausimas: iškur gyvas kūnas turi tokios tvermės, kad taip ilgai negenda? Kas tiesa, ir žmogaus kūno dalys, kaip kiekvienos mašinos, pamažėle nusidėvi, bet jos ir atsinaujina tuojau: kas sėna suirsta, ir to vietoje kuriasi nauja. Vadinas žmogaus kūno dalelės turi ypatybę beirdamos naujintis. Tam tereikia, kad visos smulkutės kūno dalelės gautų statomųjų medžiagų, kad atgyvenusios suirusios dalelės ir nebereikalingos medžiagos būtų iš kūno šalinamos, ir tas nuostolis būtų atpildomas. Tuo būdu, gyvame kūne, kurį mes prilyginome mašinai, vyksta nuolatinis medžiagų kitimas; jis vyksta per ištisą žmogaus amžių, ir nuo jo pareina kūno gyvybė: kai tik kitimas sustoja, nutrūksta ir gyvybė. Jauni gyvuliai ir vaikai savo kūno medžiagas keičia sparčiau, juose naujų medžiagų ir dalelių atsiranda daugiau, negu senųjų suirsta, todėl jie eina didyn, arba auga. Suaugusių žmonių kūno dalelių irimas ir naujų darymasis eina vienodai, todėl jie daugiau nebeauga.

Visų tų reiškinių, nei nuolatinio irimo, nei atnaujinimo mes nepastebime, lygiai taip, kaip nematome augalo augant ir naujų kūno dalelių kuriantis. Mes tą suprasime atsiminę, kad augalai yra sudaryti iš maželyčių narvelių; iš tokių narvelių yra sudarytas ir žmogaus (ir gyvulių) kūnas. Visi kalbami aukščiau irimo ir kūrimos reiškiniai vyksta tuose maželyčiuose narveliuose, vyksta palengva visose kūno dalyse; todėl nei tų narvelių irimas, nei naujų atsiradimas nė kiek nekliudo kūno dalims dirbti, ir tas darbas eina be pérstogės. Panašų reiškinį mes matome valstybės gyvenime: atskiri jos asmenys miršta, ir valstybė ju netenka: jų vietoje stoja jauni pavaduotojai; bet pati valstybė nesiliauja buvusi, ji gyvena daug ilgiau, negu jos atskiri nariai.

Suglausdami visa, kas kalbėta apie žmogaus kūną, mes galime trumpai taip pasakyti: *žmogus ima maistą ir to maisto medžiagas suvartoja darbui, kūno ūgiui ir jo dalių atstatymui.*

Jei gyvas kūnas yra mašina, kuri dirba darbą ir kuri pati save taiso, tai dar nevisa: reikia pridėti, kad ji ir *tvarkosi pati.* Šita nuostabi mašina sugeba justi skonį ir kvapą, regėti ir girdėti, sugeba justi alkį, troškulį, skausmą ir t.t.; kitaip tariant ji junta, kas darosi jos viduje ir aplinkumoje, ir su tais reiškiniais suderina savo elgesį: vienur savo darbą prilaiko, kitur pagreitina, arba vėl vieną darbą sustabdo ir imasi kito. Matome, kad gyvas kūnas yra sąmoninga mašina.

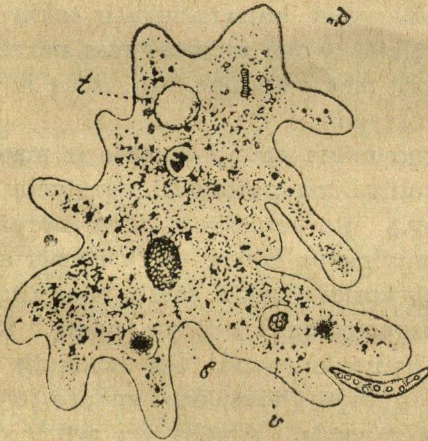
Kituose straipsniuose mes susipažinsime su kūno sudarymu ir atskirų jo dalių darbu, arba mūsų kūno gyvenimu.

I. Žmogaus kūno sudarymas.

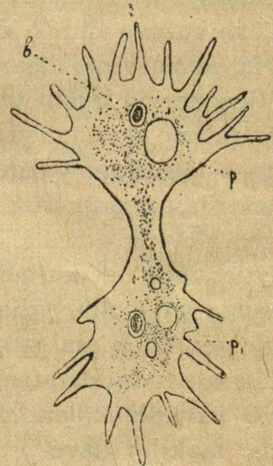
Narvelis. Visi gyvi kūnai, tiek augalų, tiek gyvulių, kad ir kaip būtų įvairūs, yra sudaryti iš smulkučių narvelių, panašiai kaip mūras yra sudėtas iš atskirų plytų. Kiekvieną kūną sudaro didelė daugybė narvelių, bet atsitinka ir tokių gyvių, kurių visas kūnas yra tiktai vienų vienas gyvas narvelis. Vienanarvių gyvių yra visokių; mes paimsime kurį vieną ir pažiūrėsime, kas tai yra tasai narvelis.

Iš negilių vandenų dugno reikia paimti dumblo ir maurų: ten didinamuoju stiklu dažnai galima pastebėti mažutyčių gyvos gleivės gumulėlių (1 pav.). Jie neturi tam tikros aprėžtos lyties, nes bet kuriame jų paviršiaus daikte kartkartėmis atsiranda gumbelių, arba ataugų, į kurias pamažu suteka visa kita jų gleivė; šitaip tas gyvis slenka nejučiomis iš vietos į vietą. Kartais atsiradusios ataugos vėl įsitraukia atgal. Tas smulkutis gyvis pavadintas yra *amėba*, o gyvajai gleivei, kuri sudaro jo kūną, mokslas davė *protoplazmos* vardą. Amėba yra arti $^{1}/_{10}$ milimetro didumo, todėl įžiūrėti jos be didinamo stiklo negalima. Amėbos paviršius yra tirštesnės vaiskios protoplazmos; amėbos viduje grimzdi apskritas gurvuolėlis, vadinamas *branduolys*, ir plūduriuoja daugybė nevienodo smulkumo kruopelyčių. Netyčiomis paliesta amėba tuojau įsitraukia visas savo ataugas. Kaip gyvas daiktas, amėba minta; jos maistą sudaro dar smulkesni gyviai ir žalesos, kokių ji tik užtinka vandenyje. Žiomenų ji neturi, o savo grobį bet kuriomis ataugomis įsitraukia į vidų; nesuvartotas maisto liekanas, jau nebereikalingas, pašalina iš kūno ir bet kuriuo daiktu. Amėba ne tik minta, bet ir kvėpuoja, siurbdamosi iš vandens dėguonį. Iš tų medžiagų, kurių suteikia maistas, amėba darosi daugiau protoplazmos ir tokiu būdu auga. Bet tos protoplazmos dalis, susijungdama su deguonim, suirsta. Toksai reiškinys galima prilyginti organinių

medžiagų degimui: pav., žvakės medžiagos, susijungdamos su oro deguonim, taip pat suirsta. Abiem atsitikimais randasi šilimos, kuri gali virsti jėga. Amėbos augimas neina tačiau be galo. Pasiekusi tam tikro didumo amėba sustoja augusi; toliau ji rengiasi suskilti į du naujus protoplazmos lašelius. Visų pirma suskyla jos branduolys; paskui jos kūnas per vidurį ima smaugtis vis laibyn, pagaliau sutrūksta pusiau (2 pav.). Kiekviena pusytė turi dabar po vieną branduolį ir pradeda gyventi savarankiškai. Iš vienos senos amėbos, kaip matome, pasidarė dvi naujos amėbos «dukters». Kiekviena jauna amėba ima dabar slankioti po vandens dugną, ieško maisto, auga ir užaugusi vėl sutrūksta pusiau. Šitaip amėbos besiskáidydamos dauginas.



1 pav. Amėba, padidinta 700 kartų: b-branduolys, t-tvinkčiojamoji pūslelė, v-virškinamoji pūslelė; dešinėje pusėje amėba rengiasi praryti žalesą; kitos žalesos prarytos ir suvirškintos.



2 pav. Amėba skaidosi; b-branduolys, p-paviršutinė protoplazma, p_1-vidaus (tamsesnioji) protoplazma.

Tokie arba panašūs į amėbą gyvos protoplazmos gumulėliai, iš kokių yra susidėjęs žmogaus ir gyvulių kūnas, vadinas *narveliai*)* (3 pav.). Jie yra tiek smulkučiai, jog viename kūne jų gyvena krūvoje milijonų milijonai. Nepaprastai didelių narvelių pavyzdžiu gali būti žuvies ikreliai; jie yra milžiniški palyginti su kitais kūno narveliais.

*) Paprasčiausias būdas susipažinti su mūsų kūno narveliais yra toks: perbraukit buką̨ja peilio briauna per savo liežuvį ir truputį gautosios masės išžiūrėkit mikroskopu; pamatysite daugybę plokščių narvelių.

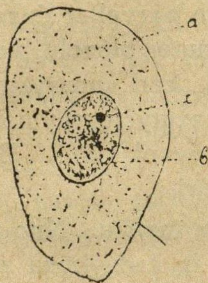
Narvelio protoplazma yra susidėjusi iš baltyminių medžagų; joje irgi glūdi branduolys (kartais dar su branduolėliu) ir daugybė arba kruopelyčių arba skaidulėlių, kurios kai kada būna surizgusios. Atsitinka, kad narvelių branduoliai subyra, ir jo trupinėliai išsisklaido po protoplazmą: tokie narveliai liekasi be branduolių. Narveliai apvilkti labai plonute plėnele, kuri tuo tesiskiria nuo augalinių narvelių sienelės, kad sudaryta iš azotingosios medžiagos. Plėnelėje gali būti mažutyčių skylučių, pro kurias protoplazma leidžia smukučius gyvaplaukius. Bet dažnai narveliai visai neapvilkti, plėnelės neturi.

Ir amėba, ir narveliai *minta* tiktai skystu maistu. Nuo to narveliai *auga* arba į visas puses lygiai — ir tada būna apskriti, arba nelygiai—ir tada darosi ilgi, kaip siūlai, šakoti, kaip žvaigždutės, arba plokšti. Iš maisto narveliai *pasigamina* įvairių medžiagų; jos arba pasilieka pačiame narvelyje, pav., riebalai, dažai, arba išsisunkia iš jų ir susikrauna tarp narvelių, sudarydami tarpinę medžiagą. Paūgėję narveliai *dauginas* sutrūkdami pusiau. Bet jeigu sutrūkus branduoliui pati protoplazma nebesiskaido, tada viename narvelyje atsiranda keli branduoliai. Šiaip ar taip, daugintis gali tik tie narveliai, kuriuose yra branduolys. Nuo narvelių dauginimos pareina kiekvieno gyvo kūno ir žmogaus ūgis. Gyva protoplazma *jautri* palietimui arba sutrenkimui, temperatūros atmainai ir staigiai šviesai; tokios pašalinės įtakos arba sustabdo protoplazmos *judesį*, arba, atvirkščiai, ji dar labiau sujunda. Protoplazmos judesys pasireiškia susitraukimu arba išsiplėtimu. Jei protoplazma neturi plėnelės, tai gali savo lytį keisti kaip tinkama, kiek leidžia narveliai kaimynai. Kartais protoplazma ima judinti savo išleistus gyváplaukius; tada jie mirguliuoja, kaip vėjo pučiami javai.

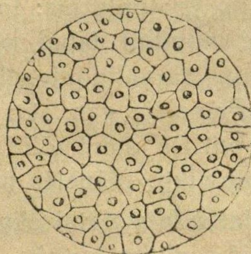
Tokiu būdu, protoplazmos gumulėliai, arba narveliai, yra gyvi daiktai, kurie minta, auga, dauginas, gamina įvairias medžiagas, juda ir sugeba justi. Iš jų yra sudarytas mūsų kūnas.

Sluoksninis audinys. Tiek augaluose, tiek ir žmogaus kūne vienodos lyties narveliai nepakrikę bet kaip, be tvarkos, bet susitelkę būriais, kurie vadinasi *audiniai* (4 pav.). Kadangi įvairios kūno dalys, arba *organai*, ne tas pačias pareigas eina, tad ir audinių, iš kurių sudaryti organai, ir narvelių, iš kurių sudaryti audiniai, yra visokių. Vieni audiniai palaiko arba remia glebnąsias kūno dalis, kiti apsaugo, arba dengia jas,

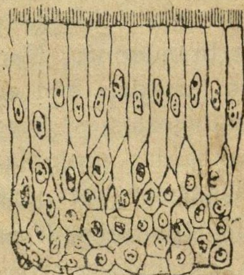
treti judina mūsų kūno dalis, pagaliau kiti sugeba justi šviesą, garsus, skonį, palietimą. Atitinkamai kūno audiniai yra skirstomi į 4 rūšis: 1) apsauginį, arba dengiamąjį audinį, 2) paraminį audinį, 3) judinamąjį audinį ir 4) juntamąjį audinį.



3 pav. Narvelis: a-protoplazma. b-branduolys, c-branduolėlis.



4 pav. Viršutinis varlės odos sluoksnis — audinio pavyzdys; narveliuose glūdi branduoliai.

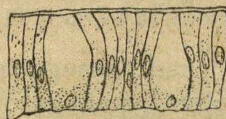


5 pav. Daugiasluoksnis mirgamas ėpitelis, piautas gilyn.

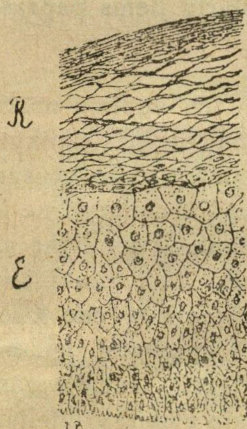
Apsauginis, a. dengiamasis audinys guli sluoksniu, išklodamas kūno paviršių arba visokias kūno vidaus kiaurumas, pav., burną, žarnų sieneles ir t.t. Tas audinys yra pavidalo plonos plėnelės, kurios narveliai sklandžiai susiglaudę kits su kitu. Nuo varlių kūno kartkartėmis nusilupa skiautelėmis senas paviršutinis odelės sluoksnis. Jei išplaikstytume tokią skiautelę vandenyje ir pažiūrėtume pro mikroskopą, tai matytume, kad ji yra susidėjusi iš daugiakampių narvelių: tai yra apsauginis audinys. (4 pav.). Nesunku gauti apsauginio audinio narvelių ir iš savo burnos: reika tik pabraukti nagu skruosto vidaus paviršius ir ištirti mikroskopu paimtoji gleivė. Apsauginio audinio narveliai gali būti susiklostę vienu tiktai sluoksniu arba keliais sluoksniais (5 pav.). Žmogaus kūno paviršius, pav., yra išklotas daugiasluoksniu audiniu, o vidaus organai labai dažnai — tiktai vienu narvelių sluoksniu. Kai kurie mūsų organai, pav., kvėpuojamosios gerklės vidus išklotas ypatingu apsauginiu audiniu, kurio narveliai tankiai apšepę gyváplaukiais (5 pav.); gyváplaukiai be paliovos siūbuodami, lyg koks gyvas mášastas, varo lauk iš kvėpuojamosios gerklės gleives ir įklimpusias toje gleivėje dulkes, kurias mes įsitraukėme į gerklę bekvėpuodami. Tasai apsauginis audinys vadinasi *mirgamas audinys.*

Apsauginis audinys gali pasigaminti labai tvirtos medžiagos ir išleidęs ją paviršiun apsikloti ištisa luobele. Tokios kie-

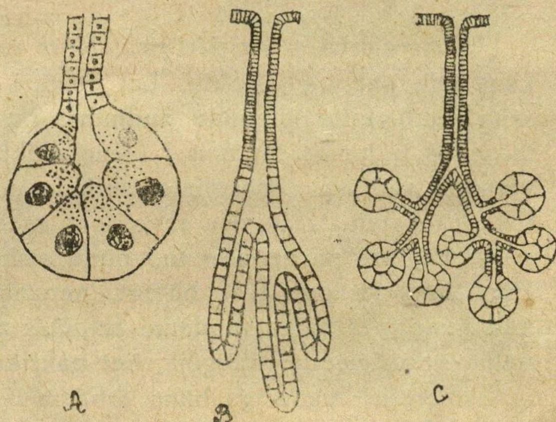
tos luobelės pavyzdžiu gali būti *chitinas*, kuris dengia vabzdžius, vorus ir vėžius. Chitiną leidžia narveliai kol skystą, bet paskiau jisai kietėja. Kai kurių minkštakūnių gyvių, šliužų, apsauginis audinys pagamina medžiagą, kuri prisisunkus kalkių sudaro jų *kalkinį kiaukutą*. Žmogaus odos apsauginis audinys leidžia raginę medžiagą. Narveliai gamintojai patys prisipildo tos medžiagos, susiploja ir miršta, virsdami *raginiais narveliais;*



7 pav. Gleivinės liaukutės tarp paprastų narvelių.



6 pav. R - raginis odos sluoksnis, E- epitėlis (apsauginis audinys).



8 pav. Liaukų pavidalai: A-vieninė liauka, B ir C-sudėtinės liaukos.

jie sudaro patį paviršutinį odos sluoksnį (6 pav.) Žinomos visiems pleiskanos, kurios lupasi kai kada nuolat nuo mūsų odos, ypač nuo galvos, yra ne kas kita, kaip raginiai odos narveliai. Bet jei odelės paviršiuje narveliai vis miršta ir nubyra, tai po jais randasi naujų pavaduotojų, nes gyvieji apatiniai narveliai be paliovos dauginas.

Mūsų kūno viduje, apsauginiame audinyje, dažnai galima aptikti ypatingų narvelių, kurie gamina gleives (7 pav.) Toksai audinys vadinas gleivių audinys, arba *gleivingoji plėnelė* Kad pagamintos gleivės arba kitokia skysta medžiaga galėtų išeiti iš narvelio, jo paviršius plyšta arba atsidaro skylutė. Atsitinka, kad kelių narvelių pagamintai medžiagai laikyti gleivingoji plėnelė vietomis įdumba, ir pasidaro lyg maišelis; tokio maišelio

šonuose atsiranda naujų įdubimų, ir visas tas padarinys būna įvairios lyties: išsišakojusio vamzdelio, riešutų grumuto, uogų kekės (8 pav.). Tokie organai, kurie gamina kokias nors skystas medžiagas, vadinasi *liáukos;* vienos liaukos, pav., gamina seiles, kitos — prakatią, vėl kitos — ašaras ir t.t. Pagamintos medžiagos išeina iš liaukų vamzdeliais, arba vadokliais.

Mūsų kūne yra tačiau liaukų, kurios neturi vadoklių ir savo gaminius, vadinamus *hormonus* (jaudiklius), leidžia tiesiog į kraują: hormonai su krauju pasklysta po visą kūną, ir jų veikimas gali pasireikšti net tolimose kūno dalyse.

Mes matome, kad apsauginių audinių esama visokių: kai kurie audiniai pasiima ypatingą darbą, be skirtų jiems paprastųjų apsaugos pareigų.

Paraminis audinys. Nors paraminių audinių mūsų kūne taip pat yra visokių, bet jie turi vieną tikslą — laikyti arba remti kitus glebnus audinius, be to, jie pripildo organų tarpelius ir jungia organus į vieną daiktą, jei jie sudaryti ne iš vienodų audinių. Paraminio audinio narveliai, ar jis šioks ar toks būtų, leidžia iš visų savo šonų medžiagą, kuri renkasi ir pasilieka tarp narvelių ir tuo būdu atskiria juos kitą nuo kito. Paraminis audinys tuo, būtent, nepanašus į apsauginį audinį, kad jame mes visad randame *tarpinės medžiagos,* kurioje narveliai nesusiglaudę draugėje, bet pakrikę, kaip atskiri grūdeliai.

Tarpinė medžiaga būna arba minkšta, arba stangi, arba kieta. Jei tarpinė medžiaga minkšta, tada ir visas paraminis audinys yra minkštas; to audinio tarpinė medžiaga labai dažnai supleišėja į daugybę ilgų ir plonų skaidulėlių, kaip siūlų, kurie

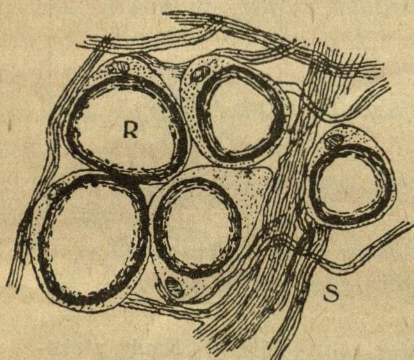


9 pav. Jungiamasis audinys; narveliai pagrimzdę tarpinėje medžiagoje.

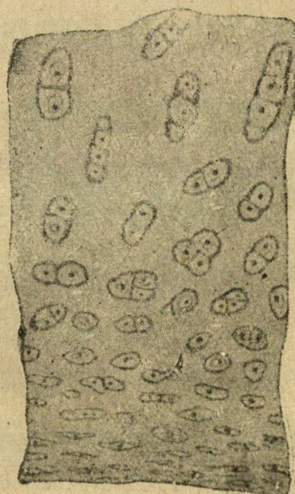
duoda audiniui stiprumo (9 pav.) Iš tokio audinio yra sudarytas mūsų odos vidaus sluoksnis, visokios plėksnelės ir gyslutės; jis jungia kitus audinius ir todėl vadinasi *jungiamasis audinys.* Paraminiame audinyje gali susikaupti riebalų; jų atsiranda pačiuose narveliuose lašelių pavidalo; lašelis pripildo kuone visą narvelį, nustumdamas protoplazmą į pakrašcius (10 pav.). Jungiamasis audinys, kuriame yra daug riebalinių narvelių, vadinasi *riebalinis audinys.* Riebalinio audinio pavyzdžiu gali būti lašiniai, kurių susikrauna įvairiose kūno dalyse. Retkarčiais

tarpinė medžiaga panaši į drebučius su pasklidusiais narveliais; iš tokio audinio sudaryta yra pusskystė giedri medžiaga, kuri pripildo mūsų ir gyvulių akies obuolį.

Jei paraminio audinio tarpinė medžiaga stangi, tai toksai audinys vadinas *kremzlinis audinys*, arba kremzlė; jis susidėjęs iš apygiedrės vienalytės medžiagos, kurioje išsisklaidę apskriti narveliai, tos medžiagos gamintojai (11 pav.). Mūsų nosies galas ir ausies kaušelis dėl to yra stangūs, kad sudaryti iš kremzlės.



10 pav. Riebaliniai narveliai jungiamajame audiny: R-riebalų lašelis nustūmė protoplazmą su branduoliu į pakraštį, S-skaidulos.

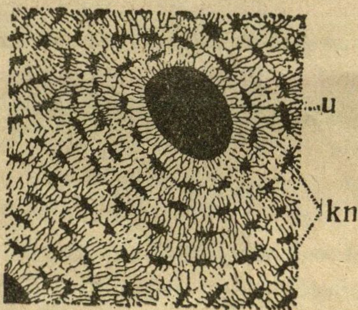


11 pav. Kremzlinis audinys: tarpinėje medžiagoje narveliai.

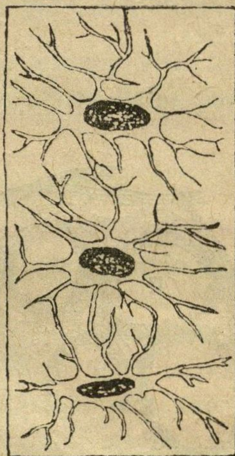
Jei audinio tarpinė medžiaga visai kieta, tai toks audinys vadinas *kaulinis*, arba tiesiog kaulas. Jis yra kietas dėl to, kad jo tarpinė medžiaga prisisunkusi kalkių (anglirūkštės kalkių, o daugiausia fosforarūkštės kalkių. Fosforas gaunamas paprastai iš kaulų). Kaulo narveliai yra žvaigždučių pavidalo; nors jie atskirti vieni nuo kitų kieta tarpine medžiaga, bet savo plonutėmis ataugomis susisiekia, lyg rankomis (12 ir 13 pav.). Mirkydami kaulą*) praskiestoje (druskinėje) rūkštyje, mes galime visas mineralines medžiagas iš jo ištraukti; tada kaulas, nepakeitęs savo lyties, darosi minkštas ir lankstus, kaip kremzlė. Atvirkščiai, ugnyje išdega visa jo organinė medžiaga ir belieka mineralinė. Degtas kaulas visai gurus: maža kiek trinktelėtas

*) Tam tikslui geriau imti laibi paukščio kauliukai.

subyra į smulkius kąsnelius. Tais bandymais patirta, kad neskaitant vandens, kurio kaule yra arti 50%, jo organinėms medžiagoms tenka 3 — 4 dalys ir mineralinėms 6 — 7 dalys. Toksai dvejopų kaulo medžiagų susijungimas duoda jam ne tik didelio tvirtumo, bet ir stangumo ir šiokio tokio lankstumo. Vaikų kaulai yra mažiau kalkingi, senų žmonių—labiau kalkingi, todėl vaikų kaulai yra lankstesni, senų gi—trupesni ir lengviau lūžta.



12 pav. Kaulo skersinis piūvis: u-kraujo vamzdelių urveliai, kn-aplink juos žvaigždėti narveliai tarpinėje kaulinėje medžiagoje.



13 pav. Kaulo plokštelė, labai padidinta: trys šakoti narveliai su branduoliais kaulo tarpinėje medžiagoje.

Visi paraminiai audiniai: jungiamasis, kremzlinis ir kaulinis turi nemaža klijinių medžiagų. Ilgai virindami odą, gyslas, kremzles, kaulus, vadinas, tokias kūno dalis, kurios yra sudarytos iš paraminio audinio, mes gauname sunką, kuri ataušusi virsta tenėsjais; paprastasis stalių klijus yra ne kas kita, kaip džiovinti tenėsiai.

Apie kitas audinių rūšis: judinamąjį ir juntamąjį mums patogiau bus pakalbėti kitoje vietoje, būtent, kada susitiksime su organais, kurie yra iš jų padaryti.

Mūsų kūną mes prilyginome mašinai, kuri dieną ir naktį dirba darbą, judina savo dalis, iš maisto gaminas naujų medžiagų, kuria naujus narvelius, suirusias nuo degimo medžiagas be paliovos šalina; ji pati save valo, pati save ir tvarko. Tuos įvairius darbus pasiskirstę atlieka įvairūs organai, savo darbo

specijalistai. Tačiau vieną kurį nors darbą, skirtą tam tikram tikslui, atlieka ne vienas organas, bet keli organai susibūrę vienon talkon. Imkime pavyzdį. Kietą maistą sumala dantys, apvilgo seilės, toliau keičia pilvelis (skilvys) ir žarnos; tokiu būdu, maistui ruošti ir keisti mes turime ištisą organų eilę: dantis, pilvelį, žarnas, seilių organus ir dar kitus. Visi tokie organai, nors nevienodo pavidalo, bet susieti tuo pačiu tikslu vienumon sudaro *organų sistemą*. Mūsų kūne mes turime kelias organų sistemas; atitinkamai atliekamam jų darbui jos yra šitaip skirstomos:

1. Kaulų sistema, arba griaučiai paremia gležnąsias kūno dalis ir kai kurias apsaugo.
2. Raumens judina kaulus ir kitas kūno dalis.
3. Kraujo organai tiekia visam kūnui statomųjų medžiagų.
4. Virškinamieji organai ruošia maistą ir tinkamai jį keičia.
5. Kvėpuojamieji organai pristato reikalingo kūnui deguonies.
6. Šalinamieji organai apvalo mūsų kūną nuo nebereikalingų medžiagų.
7. Dirksnių sistema suderina organų darbą.
8. Juntamieji organai pritaikina tą darbą aplinkumos sąlygoms.

Kiekvieno gyvulio kūnas yra sudarytas iš atskirų organų arba organų sistemų; todėl kiekvieną gyvą kūną vadina *organizmu*.

II. Griaučiai, arba kaulų sistema.

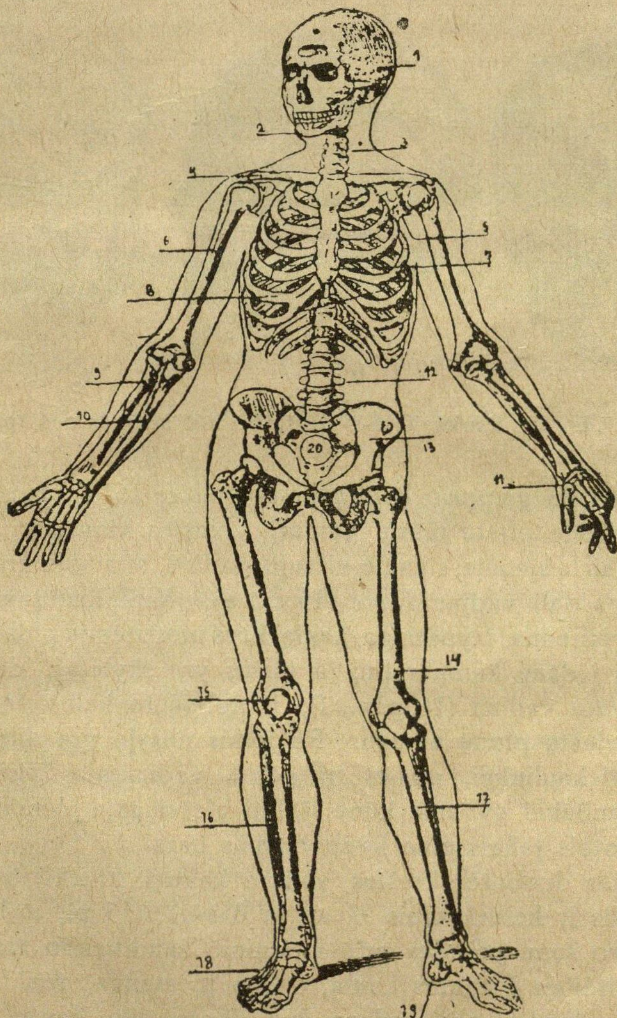
Griaučiai (14 pav.) yra labai svarbus mūsų kūno įtaisas: jie remia minkštuosius organus ir duoda visam kūnui tvrtumo; kai kurie kaulai sudarydami kaulines dėžes apsaugo įdėtus juose gležnus ir jautrius organus, pav. smegenis, nuo pažeidimo. Nors griaučiai yra kietas ir tvirtas padaras, tačiau sunarstytas iš atskirų kaulų nekliudo nei visam kūnui, nei atskiroms jo dalims judėti. Griaučiuose galima priskaityti 200 su viršum kaulų; jie sveria $^1/_7$ dalį viso kūno svorio.

Išilgai griaučių, jų viduriu eina kaulų stulpas, *stuburu* vadinamas; jo viršūnėje laikosi *galva*, o nuo viršutinės dalies abiem pusėm į priekį eina kauliniai lankai, šonkauliai, kurių daugumas pryšakiniais galais prisijungę prie ilgo, siauro krūtinės kaulo. Tam tikrais pridedamais kaulais prie stuburo prikabintos rankos ir kojos, *galūnėmis* vadinamos.

Tokiu būdu, visus griaučius mes galime paskirstyti į tris dalis: galvą, stuobą ir galūnes.

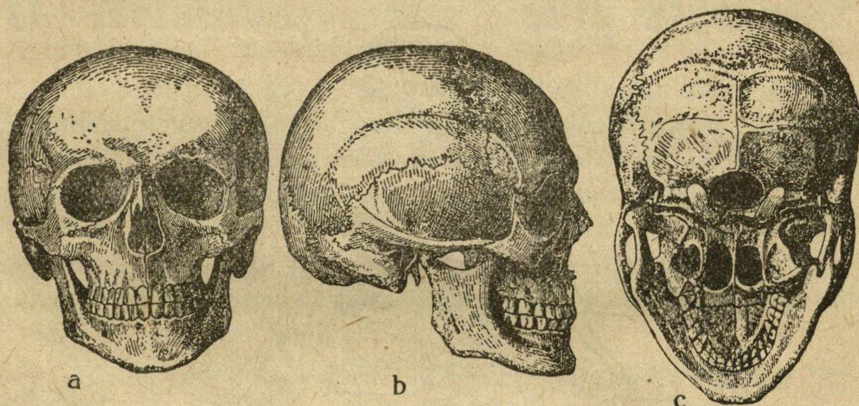
Galvos kaulai. Galvos kaulai draugėn sujungti vadinasi *kaukuole* (15 pav.). Viršutinė kaukuolės dalis išriesta aukštu skliautu, su kitais kaulais ji sudaro dėžutę tvirtomis sienomis, vadinamą *kaušą;* prie kaušo priekio, apačioje prijungti veido kaulai. Pryšakinė kaušo siena vadinasi *kaktos kaulas;* už jo abiem pusėm eina du sudarą kaušo viršų *viršugalvio kaulai,* dar toliau, užpakalio apačioje, — *pakaušio kaulas;* jame yra apskrita skylė, pro kurią galvos smegens jungiasi su nugaros smegenimis (15 pav., c). Kaušo šonus dengia ploni *smilkinių kaulai,* kurie leidžia lenktas ataugas į priekį. Smilkinio kaule, ataugos pašaknyje galima matyti urvelis (16 pav., c), kuris nueina į girdimąjį organą, įdėtą storojoje kaulo dalyje. Kaušo dugne yra dar vienas netaisyklingos lyties kaulas dviem sparnais, vadinamas *pagrindiniu.* Visi kaušo kaulai yra stipriai susinėrę savo dan-

tytomis briaunomis ir sudaro tvirtą smegenims dėžutę, kuri atrodo, lyg būtų vienas ištisas kaulas. 16 paveikslėlyje matome kaukuolės kaulus išnarstytus, matome kiekvieną kaulą skyrium. Kaušas išardomas ypatingu būdu: pro pakaušio skylę priberia pilną kaušą sausų žirnių ir pamerkia vandenyje; žirniai prisigerdami vandens ima brinkti ir taip stipriai kėstis, jog kaušo siūlės trūksta, ir jis visas išsiskiria.



14 pav. Žmogaus griaučiai: 1-kaukuolė, 2-žandas, 3-kaklo nareliai, 4-raktakaulis, 5-mentė, 6-peties kaulas, 7-krūtinės kaulas, 8-šonkauliai, 9-šeiva, 10-alkūnės kaulas, 11-plaštaka, 12-juosmens nareliai, 13-dubuo, 14-šlaunikaulis, 15-kelio girnelė, 16-mažasis ir 17-didysis staibikauliai, 18-letena, 19-kulnas, 20-melmuo.

Kaukuolės pryšakyje matome nosies kiaurumą, akių duobutes ir burnos angą. Nosies kiaurumos stogelį sudaro du nedideli *nosies kauliukai* (16 pav., l); giliau įsiterpę du *ašarų kauliukai* (16 p., k); kiekviename yra griovelis, kuriuo ašaros iš akių nuteka į nosį. Abipus nosies kiaurųmos iškilę du *viršutiniai žandikauliai*, kurie apačioje kietai susiglaudę sudaro nosies kiaurumos slenkstį (15 p., a); burnos viduje su jais susiduria



15 pav. Žmogaus kaukuolė: a-iš pryšakio, b-iš šono ir c-iš apačios.

savo galais du *gomurio kauliukai* (15 p., c; 16, i); juos galime atrasti, palietę pirštu mūsų gomurį. Nosies kiauruma per vidurį perskirta sienele; sienelė viršuje kaulinė, apačioje kremzlinė; kaulinę jos dalį vadina *žagre* (15 p., a). Viršutine savo briauna žagrė įsiremia į ypatingą kaulą, kurs plonutėmis plokštelėmis padalytas į daug kambarėlių; jo viršus yra skylėtas, dėl ko tą kaulą *rėtiniu* vadina (16 pav., f); iš abiejų to kalno šonų eina po porą riestų plonų ataugų. Po jomis nosyje yra dar du atskiri riesti kauliukai, *nosies sraigėmis* vadinami. Visi nosies vidaus kauliukai gyvame kūne iškloti gleivingąja plėnele, o tarp jų vingiuotais takais eina kvėpuojamas oras.

Akies duobutės kraštus sudaro kaktos kaulas, viršutinis žandikaulis ir keturkampis *skruosto kaulas* (15 p., a, b), kurs vienu savo šonu prišlijęs prie viršutinio žandikaulio, viena savo atauga įsirėmęs į kaktos kaulą, o kita jo atauga, susidūrusi su smilkinio atauga, abi sudaro lyg lieptą nuo kaušo į veido kaulus.

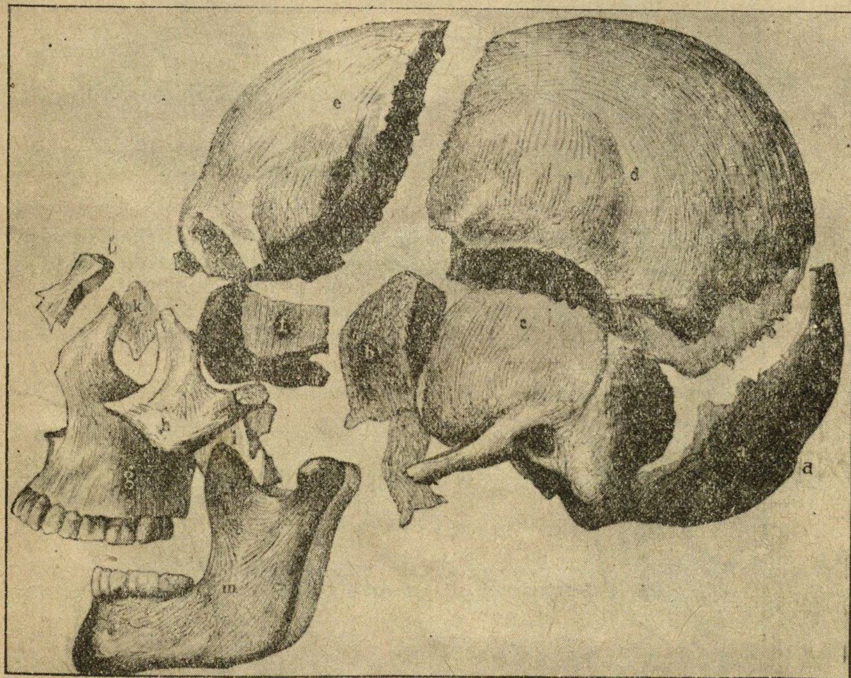
Vienintelis judamas galvos kaulas yra *apatinis žandikaulis* (15 p., b); savo pavidalu jis panašus į arklio ledžingą; galais



Piešta pagal A. Vireliūno istorišką žemėlapį.

įsirėmęs į smilkinių kaulus. Viršutiniuose ir apatiniame žandų kauluose įstatytos po vieną dvi eilės dantų.

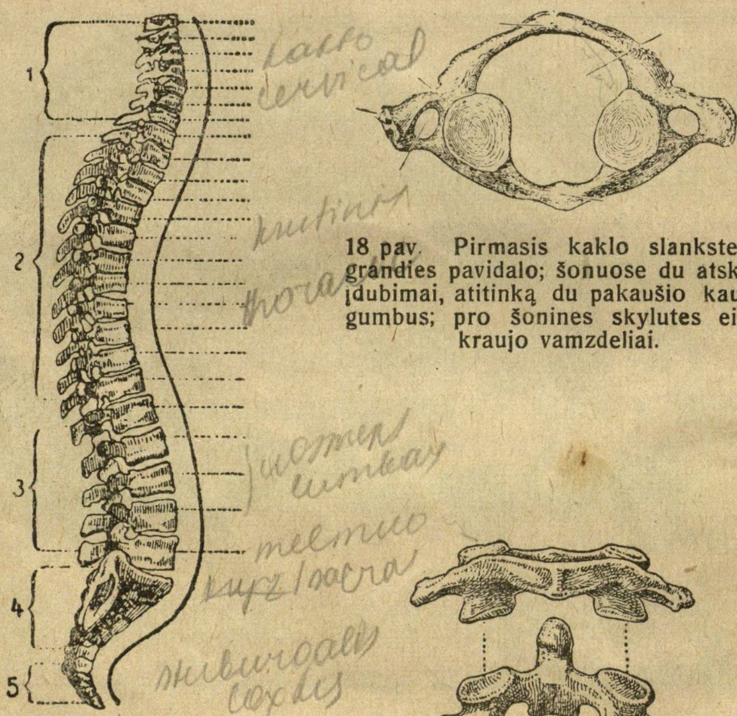
Stuobo kaulai. Stuobą sudaro stuburas ir krūtinės dėžė. Stuburas yra kaulinis stulpas (17 pav.), susidėjęs iš 33 trumpų kauliukų, vadinamų *stuburnariais*, arba *slanksteliais*. Kaklo slankstelių yra 7, nugaros—12, juosmens—5, melmens—5, suaugę į vieną tvirtą kaulą, ir stuburgalio 4 (rečiau 3) slanksteliai.



16 pav. Išardyta kaukuolė: a-pakaušio kaulas, b-pagrindinis kaulas, c-smilkinio k., d-viršugalvio k., e-kaktos k., f-rėtinis kaulas, g-viršutinis žandas, h-skruosto k., i-gomurio k., k-ašarų k., l-nosies k., m-apatinis žandas.

Viršutinis kaklo slankstelis panašus į grandį (18 pav.); grandies šonuose matome dvi lyg lėkšteles, kurios kaip tik atitinka du pakaušio kaulo gumbus, išaugusius abipus skylės (15 pav., c). Mūsų galva tais gumbais atsiremia lėkštelių, ir, kada mes ją linguojame, gumbai slidinėja stuburnario lėkštelėse. Antrasis kaklo slankstelis taip pat nepaprastas (19 pav.); jo pryšakyje kyšo aukštyn, lyg dantis, atauga, ant kurios užmautas pirmasis slankstelis siauresniuoju priekiu. Tokiu būdu, pirmasis slankstelis kartu su visa galva gali grąžiotis į šalis aplink tą dantį.

Kiti 5 kaklo slanksteliai yra žiedo pavidalo; jų stora priekinė dalis vadinasi *slankstelio kūnas* ir laiba užpakalinė — *lankelis* (20 pav.). Lankeliai turi užpakaly po vieną ataugą, kurios visos stypsodamos kartu sudaro ilgą stuburo keterą (17 pav.); lankelių šonuose taip pat matome ataugas su skylutėmis, kur guli kraujo vamzdeliai. Kaklas yra lanksčiausia viso stuburo dalis: mes galime ne tik linguoti galvą, bet ją grąžioti ir kraipyti į visas šalis.



18 pav. Pirmasis kaklo slankstelis grandies pavidalo; šonuose du atskiri įdubimai, atitinką du pakaušio kaulo gumbus; pro šonines skylutes eina kraujo vamzdeliai.

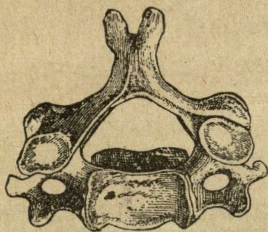
17 pav. Stuburas: 1-kaklo slanksteliai, 2-nugaros slanksteliai, 3-juosmens slanksteliai, 4-melmuo (5 slanksteliai), 5-stuburgalis (4 slanksteliai):

19 pav. Antrasis kaklo slankstelis (iš užpakalio); viršuje kyšo dantis, aplink kurį grąžiojasi pirmasis slanstelis su visa kaukuole.

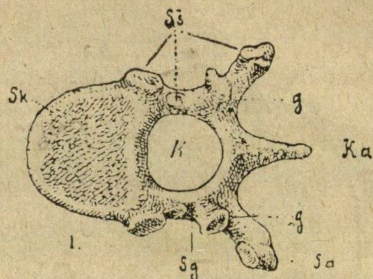
Nugaros turime 12 slankstelių nulinkusiomis žemyn keterinėmis ataugomis (21 pav.); jie visi panašūs kits į kitą, tik skiriasi didumu: kiekvienas apatinis yra stambesnis už aukščiau gulintį, nes žemesniajam tenka didesnis kūno sunkumas laikyti; jis yra labiau slėgiamas ir turi būti tvirtesnis. Susikrovę stulpu

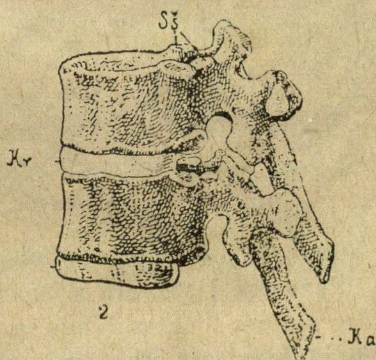
slanksteliai savo lankeliais sudaro ilgą urvą (22 pav., a) nugaros smegenims padėti; tiktai stuburgalis (stimbirys), arba paskutiniai 4 stuburo slanksteliai tokio urvo neturi.

Prie visų nugaros slankstelių prisegta po porą šonkaulių, gražiai lenktų, kaip kokie kalavijai; šonkaulis savo viršūne įsirėmęs į slankstelio kūną, o gretimu gumbeliu atsisspyręs slank-



20 pav. Vidurinis kaklo slankstelis.



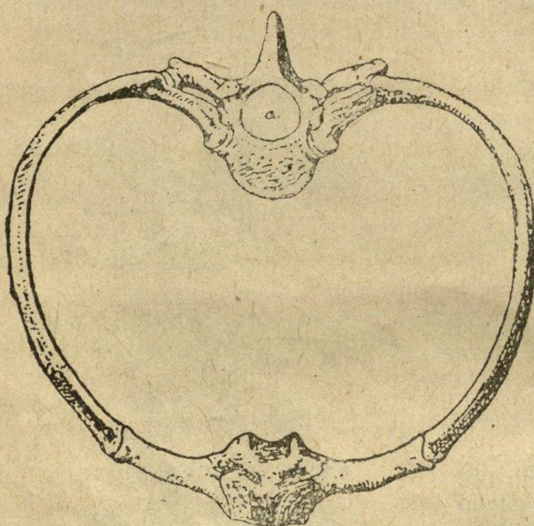


21 pav. Nugaros slanksteliai: 1-iš viršaus, 2-iš šono, Sk-slankstelio kūnas, Sg-lankelis. Ka-keterinė atauga, Sa-skersinės ataugos, g-gumbeliai, kuriais slanksteliai jungiasi kits su kitu, Sš-vietos,kuriomis šonkaulis susineria su slanksteliu. Kr-kremzlė tarp slankstelių.

stelio šoninės ataugos (22 pav.). Antruoju galu kremzliniu šonkaulis sunertas su krūtinės kaulu. Krūtinės kaulas susidėjęs iš 3 dalių, sujungtų kremzlėmis; senatvėje dažnai kremzlės virsta kaulu ir visos suauga draugėn. Šonkaulių galime skirti tris rūšis: viršutinės 7 poros (tikrųjų šonkaulių) kremzliniais galais prieina tiesiog prie krūtinės kaulo, kitų trijų porų (netikrųjų) kremzlės krūtinės kaulo nesiekia, bet priaugusios prie septintosios poros kremzlių; pagaliau, apatinės dvi poros šonkaulių kaba palaidos (23 pav.). Visa kiauruma, uždaryta stuburu, šonkauliais ir krūtinkauliu, vadinasi *krūtinės dėžė*. Kadangi šonkauliai ir jų kremzlės juo žemyn yra ilgesni, tad krūtinės dėžė apačioje yra erdvesnė ir judesnė.

Nors 5 juosmens slanksteliai yra stambesni net už didžiausią apatinį nugaros slankstelį, tačiau šita stuburo dalis yra gana

lanksti: mes lengvai galime stuobą palenkti į priekį, į šonus ir atlošti į užpakalį. Žemutiniems slanksteliams tenka laikyti visas stuobas; todėl jie yra ne tik visų stambiausi, bet dar dėl tvirtumo suaugę į vieną kaulą, *melmeniu* vadinamą. Stuburgalį sudaro 4 nedideli kauliukai, nepanašūs į slankstelius: jie dažnai suauga draugėn.

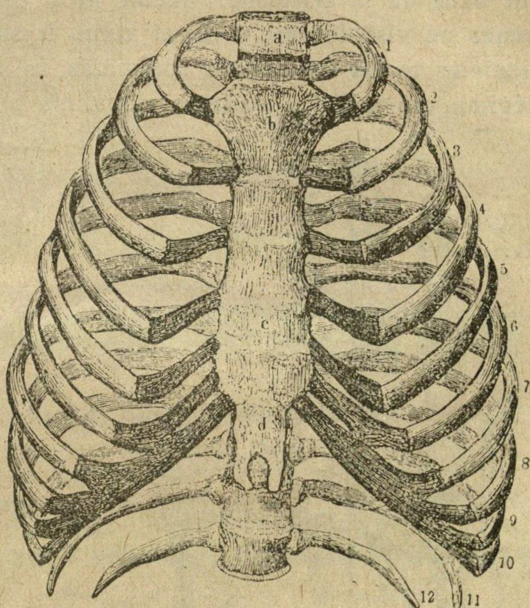


22 pav. Kaip šonkauliai susinėrę su stuburu ir krūtinės kaulu. Matome pirmąjį nugaros slankstelį, du šonkaulius kremzliniais galais ir krūtinės kaulo viršūnę.

Pažvelgę į stuburą iš šono, matome, kad jis ne tiesus, bet keliose vietose lenktas dviejų sudurtų raidžių S pavidalu (18 pav.). Tokia jo lytis turi nemažos mums svarbos. Iš prityrimo gerai žinome, kaip mūsų galvos smegens bijo kiekvieno mažiausio sutrenkimo. Galva su smegenimis laikosi stuburo viršūnėje, ir lenktas stuburas, mums einant, bėgant arba šokant, supasi kartu su galva, lyg kokia spyruoklė, ir tuo būdu apsaugo opias smegenis. Tam padeda taip pat įklotos tarp slankstelių kremzlinės skiltelės (21 pav.), kurios slėgiamos bent kiek supliūška, bet vėl gali atsileisti; jos, be to, padidina stuburo lankstumą.

Galūnės ir jų juostos. Mūsų galūnės: kojos ir rankos sudarytos vienodu planu: rankos kaulams randame atitinkamus kaulus kojoje (14 pav.). Viršutinę rankos dalį vadiname petim, vidurinę—dilbiu ir apatinę—plaštaka. Petyje yra tik vienas kaulas —*petikaulis* su apskrita viršuje galvele, dilbyje—du kaulai: ties mažuoju pirštu *alkūnės kaulas* ir ties nykščiu—*šeivos kaulas*, arba šeiva. Alkūnė savo riesta galvele, kaip pirštu,

apkabina peties apatinį galą ir įsiremdama galvelės snapu į peties duobutę neduoda rankai išlinkti atgal. Alkūnė ir šeiva guli dilbyje lygia greta, bet gręžiant plaštaką delnu aukštyn, šeivos apatinis galas persimeta per alkūnės kaulą, ir abu kaulai tada susikryžiuoja, nes jų antrieji galai pasilieka vietoje. Plaštakos



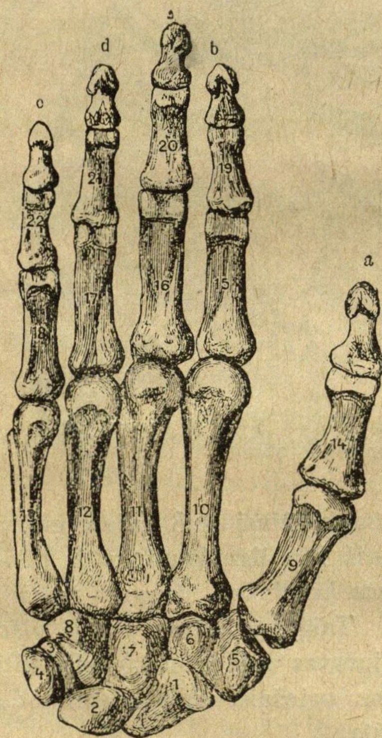
23 pav. Krūtinės dėžė: b-c-d krūtinkaulis. 1 — 7 viršutiniai šonkauliai, 8—10 viduriniai šonkauliai, kremzlėmis sujungti su krūtinkauliu, 11—12 apatiniai šonkauliai, a-pirmas nugaros slankstelis.

skiriame tris dalis (24 pav.): *riešą*, susidėjusį iš 8 dviem eilėm sukrautų trumpų kauliukų, *delną* — iš 5 pailgų kauliukų ir penkius *pirštus**-, turinčius po 3 pailgus kauliukus, išskyrus nykštį, kuriam vidurinio kauliuko trūksta. Taigi, pirštuose yra iš viso 14 kauliukų. Nykštys laisviau prijungtas prie riešo, kaip kiti pirštai, ir todėl gali atsistoti jiems priešais; sulenkdami tada visus pirštus mes padarome gniaužtą.

Apatinės galūnės (14 pav.) turime taip pat tris dalis: šlaunį su vienu didžiausiu griaučių kaulu — *šlaunikauliu*, blauzdą su dviem lygiagrečiais kaulais: *didžiuoju staibikauliu* ir *mažuoju staibikauliu* (ties mažuoju pirštu) ir trečią dalį — leteną. Šlaunikaulio ir abiejų staibikaulių sunėrimo vieta pridengta priekyje apskritu kauliuku, *kelio girnele*, kuri apsaugo kelį nuo pažeidimo. Kelio girnelę mes lengvai galime atrasti ir patirti, kaip ji smukinėja po mūsų pirštais. Staibikaulių abu apatiniai galai

*) Nykštys, smailižis, vidurinis, bevardis, mažylis.

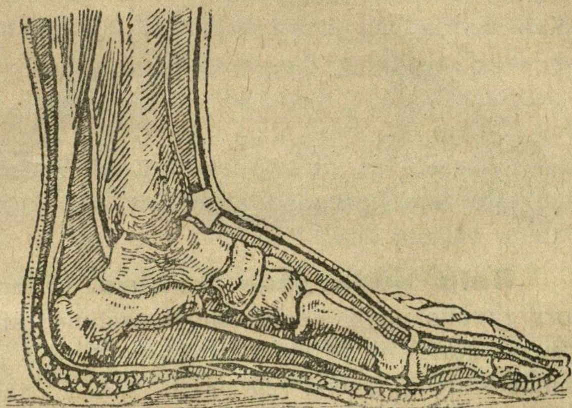
pastorėję ir išsišovę į šalis ir vadinas kulkšnimis. Letenos (25 pav.), kaip plaštakos, skiriame irgi tris dalis: *kulkštymą* iš 7 kaulų, kurių didžiausias yra kulnas, *slėsną* iš 5 pailgų kaulų ir penkius pirštus su 14 kauliukų. Letena išriesta skliautu ir laiko visą kūno sunkumą; ji nors ne taip judi, kaip plaštaka, bet daug už ją tvirtesnė. Kada mes stovime, tai atsiremiam žemės ne visa letena, o tiktai kulnu ir slėsnos galu: tik jiems vieniems tenka kelti visas sunkumas, ir kad jie mažiau jaustų slėgimą, po jais yra padėtas riebalinis paklodas.



24 pav. Dešinioji plaštaka (vidaus pusė): 1—8 riešo kauliukai, 9—13 delno kauliukai, 14—27 pirštų kauliukai.

Galūnes jungia prie stuobo tam tikri kaulai. Rankoms yra dvi poros tokių kaulų, kurie apjuosia stuobą aplinkui ir todėl vadinas *viršutinė juosta*. Ją sudaro du platūs ir plokšti kaulai, *pečiómentės*, ir du *raktákauliai*. Vienoje pečiomentės (26 pav.) briaunoje yra apskrita duobutė, kurioje įstatyta petikaulio galvelė. Pečiomentė guli nugaroje laisvai ir smukinėja, judinant ranką. Pečiomentės užpakalyje iškilusi skersai ir įžulniai ilga kaulinė skiauturė, kurios galas kyšo ties duobute. Į tą kyšulį įsirėmęs vienu galu kreivas raktakaulis; antru savo galu rakta-

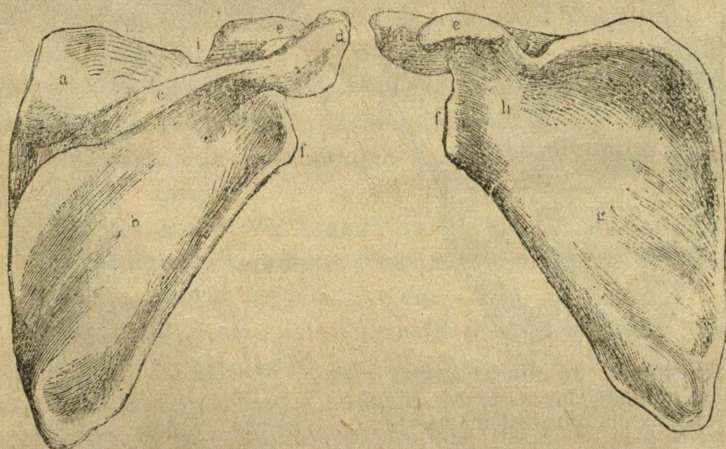
kaulis jungiasi su krūtinkaulio viršūne (27 pav.). Dvi mentės, du raktakauliai ir krūtinkaulio viršūnė sudaro viršutinę juostą; tačiau ji atdara nugaroje. Raktakauliai laiko atstumtus nuo krūtinės dėžės petikaulius. Toks mūsų rankų prijungimas prie



25 pav. Kairioji letena.

stuobo yra labai patogus: rankų judesiai visai laisvi, ir dirbdami rankomis mes netrankome krūtinės dėžės ir įdėtų joje svarbių ir opių organų.

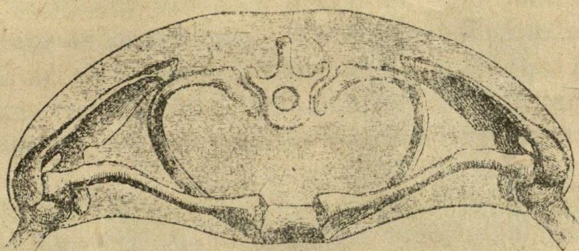
Kojoms prikabinti yra du netaisyklingos lyties kaulai, kurie pryšakyje stipriai susijungę, o užpakalyje tarp jų įsispraudęs



26 pav. Dešinioji pečiomentė: 1-iš užpakalio, 2-iš priekio.

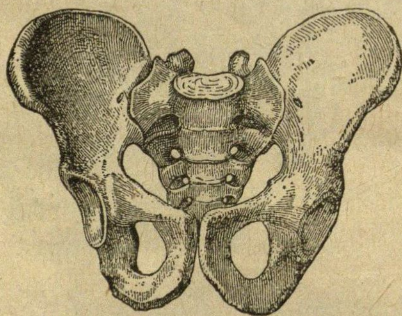
melmens kaulas. Visi jie kartu sudaro platų uždarą žiedą, arba *apatinę juostą, dubeniu* vadinamą (28 pav.). Dubenyje guli kai kurie mūsų viduriai. Kiekvieno dubens kaulo šone matome

gilią apskritą duobę, kurioje gražiai telpa šlaunikaulio galvelė. Nors šiuo būdu prijungtos prie stuobo kojos neturi tokios laisvės judėti, kaip rankos, bet tas prijungimas yra tvirtas ir patogus stuobui laikyti.

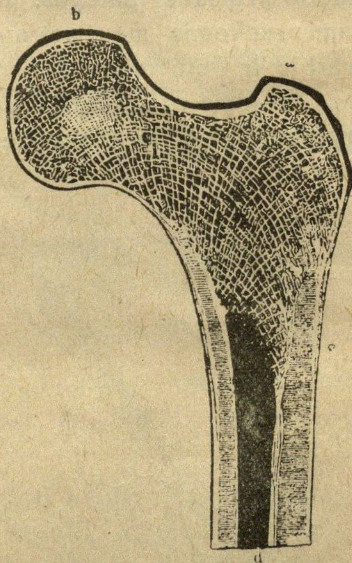


27 pav. Viršutinė (peties) juosta.

Kaip sudarytas kaulas. Perpiovę piūklu kurio nors gyvulio ilgąjį kaulą išilgai, galime įsitikinti, kad jis yra kiauraviduris, tik jo galai uždaryti. Tokio pat pavidalo yra ir žmogaus ilgieji kaulai (29 pav.). Aišku, kad tokį kaulą sudarant išeikvota mažiau statomosios medžiagos, be to, jis yra



28 pav. Dubuo: du dubens kaulai ir melmuo; dubens šonuose dvi gilios duobutės šlaunikaulių galvelėms įdėti.



29 pav. Kaulo sudarymas.

lengvesnis, negu kad būtų pilnaviduris. Bet ar nenukenčia dėl šitos priežasties kaulo tvirtumas? Gamtoje mes randame nemaža įvairių augalų stiebų, kurie kad ir būdami dykaviduriai nelengvai duodasi laužiami: javo šiaudas laiko sunkią pilną grūdų varpą

ir net vėjo siūbuojamas nelūžta. Žmonės kartais paseka gamtos pavyzdžiu ir taupydami medžiagą dirba geležinius dykavidurius stulpus luboms remti.

Įsižiūrėję į 29 pav. matome, kad net kaulo galvelė nėra ištisai kaulinė; ji sudaryta iš atskirų kaulinių skiltelių, sudėliotų ne by kaip, bet suramstytų tam tikru planu, kad geriau atsilaikytų lūžimui. Gal ne vienam teko matyti geležinis tiltas per plačią upę, kaip jį niekuo neparemtą laiko geležinių skersių ir balkių pinučiai. Tilto statytojams rūpėjo išeikvoti mažiau geležies ir vis tik padirbti stiprus tiltas, kad jis net traukinio sunkumą gerai laikytų. Toksai pat rūpestingas statytojas yra gamta, kada kaulus daro; jai taip pat svarbu eikvoti mažiau medžiagos ir atsiekti kuo daugiausia tvirtumo ir lengvumo.

Priešingai, kaulo vamzdžio sienas sudaro labai kieta ištisinė kaulinė medžiaga, kuri plonesniu sluoksniu iškloja ir kaulo galvelę. Trumpieji kaulai sudaryti lygiai taip, kaip ilgųjų galvelės: jų akytas vidus paviršiuje aptrauktas ištisine kauline plutele.

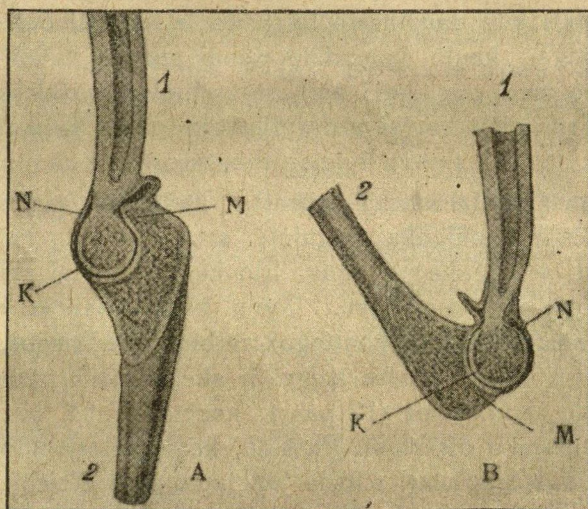
Žmogaus kaulai mums paprastai atsitinka matyti arba išimti iš žemės ir ten ilgokai pagulėję, arba mokyklų kabinetuose — sunarstyti varinėmis vielomis. Šie kaulai žymiai skiriasi nuo tų, kurie yra gyvame kūne. Gyvų kaulų kiauras vidurys ir akyta jų dalis pripildyta ypatingos riebios medžiagos, vadinamos *čiulpais*. Visas kaulas išilgai ir skersai išvarpytas mikroskopiniais urvų urveliais (12 pav.), kuriuose guli kraujo tekamieji vamzdeliai ir dirksniai. Paskiau, kaulų galai apkloti kremzlėmis ir jų šonai apvilkti stipria jungiamojo audinio plėkšnele, *antkauline plėkšnele*, kuri gamina kaulo medžiagą, ir dėl to kaulas gali augti storyn.

Perlūžęs kaulas vėl suauga tik ta sąlyga, jei lūžimo daikte yra dar užsilikusi antkaulinė plėkšnelė: mat, ji daro kaulinį audinį ir juo sutraukia sulūžusią vietą.

Ilgasis kaulas, kol jaunas, susidėjęs iš trijų dalių, sujungtų kremzlinėmis plokštelėmis: kaulinio vamzdžio ir abiejų galvelių; atsirandant iš kremzlinių sluoksnių naujos kaulinės medžiagos, kaulas auga ilgyn. Kai tos plokštelės pačios virsta kaulu, kas atsitinka žmogui tarp 20—25 metų, kaulas daugiau nebeauga. Taigi, naujas kaulinis audinys atsiranda arba iš kremzlės ar iš jungiamojo audinio. Kadangi vaikų kaulai turi daug organinės medžiagos, yra lankstūs ir juose tebesidaro kaulinė medžiaga, tai labai svarbu saugoti jie nuo galimų iškrypimų. Tas kartais

atsitinka kūdikiams, jei peranksti pradeda vaikščioti, arba net paūgėjusiems, jei įpranta netiesiai sėdėti arba dažnai sunkumus nešioja Suaugę kreivai ir surembėję kaulai daugiau nebeatsitaiso.

Kaulų sujungimas. Griaučių kaulai gyvame žmogaus kūne sujungti kits su kitu kremzlėmis arba jungiamuoju audiniu ir sudaro vienumą. Sujungimas esti nejudamas ir judamas. Kur kaulams tenka būti organų parama arba jų sandėliu, ten jie sujungti tvirtai ir nejudamai. Tokį pavyzdį mums rodo kaušo kaulai: vieno kaulo dantys sklandžiai įsiterpę į kito dantis ir laiko juos stipriai, kaip rankų sunerti pirštai. Bet dažniau kau-



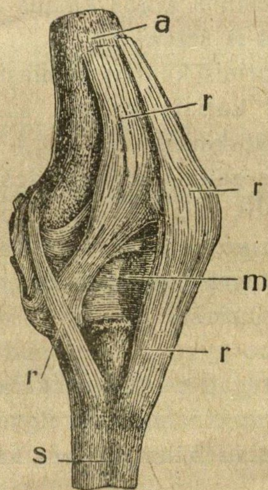
30 pav. Alkūnės sąnario piūvis: A-ranka ištiesta, B-sulenkta; 1-petikaulls, 2-alkūnės kaulas, N-sąnario maišelis, M-atauga, neleidžianti rankai linkti atgal, K-kaulo kremzlė.

lai sujungti kits su kitu kremzliniu audiniu; dėl kremzlės lankstumo kaulai turi tada šiokios tokios laisvės judėti; šitaip susijungę yra, pav., šonkauliai su krūtinės kaulu arba stuburo slanksteliai kits su kitu.

Mes galime labai įvairiai judinti savo galūnes ir kraipyti galvą, nes čia kaulai sujungti laisvai; čia turime judamuosius sujungimus, kuriuos kitaip vadina *sąnariais.* Visi sąnariai turi atitikti dvi sąlygas: pirma, kad sunertų kaulų galai bejudėdami nesitrintų, ir antra, kad sunėrimas būtų užtenkamai tvirtas.

Pažiūrėkime dabar, kaip tų dviejų tikslų atsiekta sąnaryje. Sunertų kaulų galai, arba galvelės griežtai sutaikintos viena su kita: vienos iškilumai kaip tik atitinka kitos įdubimus (30 pav.). Galvelės išklotos, kaip žinome, kremzlėmis; bet ir kremzlės galėtų trintis, jeigu būtų sausos; to nėra, nes kremzlės vilgosi glaistu, kurio visad tam tyčia darosi sąnaryje. Dėl tokio sąnario įtaisymo mes visai nejuntame kaulų galų judant.

Kad sunerti kaulai stipriai laikytųsi, juos riša tam tikros gyslos, galais priaugusios prie abiejų kaulų plėkšnelių; tos gyslos vadinasi *raiščiai* (31 pav., c). Ypatingus raiščius turi rankų ir kojų sąnariai: vieno kaulo plėkšnelė persimeta, lyg kokia rankovė, per sąnarį ir suauga su kito kaulo plėkšnele; tuo būdu aplink sąnarį pasidaro aklinai uždaras maišelis (31 pav., d). Įsi-



31 pav. Kelio sąnarys: a - šlaunikaulis, s-staibikaulis, r-raiščiai, m-maišelinis raištis.

dėmėtina, kad tame maišelyje oro visai nėra; todėl aplinkumos oras savo slėgimu laiko stipriai suglaudęs kaulus ir neleidžia jiems skirtis. Kiek stiprus yra mūsų sąnarių įtaisymas, mes nuolat turime progos įsitikinti, kada kilojame, pav., sunkumus, kurie prašoka net viso mūsų kūno svorį, arba kada keliais pirštais laikomės pakabę ore.

Klausimai

1. Katrie galvos kaulai yra vieniniai ir katrie poriniai?
2. Kurie kaulai sudaro akies duobutės briaunas, nosies kiáurumą?
3. Kurie kaulai sudaro kaušą, veidą?

4. Kiek išviso mes turime galvos kaulų?
5. Kokios svarbos turi stiprus kaušo kaulų sunėrimas?
6. Su kuriais kaulais susinėręs skruosto kaulas?
7. Kurio sąnario kaulai juda mosuojant galvą, grąžiojant galvą į šalis?
8. Kuo svarbu, kad slanksteliai juo žemyn vis eina stambyn?
9. Kam tarp slankstelių įkloti kremzliniai skridinėliai?
10. Ar turi mums svarbos, kad stuburas yra netiesus?
11. Ar galima pažinti, kurios stuburo dalies yra slankstelis, ir kaip?
12. Kurie šonkauliai turi didesnio pavojaus sulūžti?
13. Po kiek kaulų yra rankoje ir kojoje?
14. Kuriuos kojos kaulus atitinka petikaulis, alkūnės kaulas ir šeiva?
15. Kuriais kaulais remiasi žmogus stovėdamas?
16. Su kuriais kaulais sunerti — petikaulis, šlaunikaulis, raktakaulis?
17. Ar galima atskirti dešinioji mentė nuo kairiosios, deš. petikaulis nuo kairiojo?
18. Dėlko senų žmonių kaulai dažniau lūžta kaip vaikų?
19. Ar yra mums naudos, kad mūsų ilgieji kaulai kiauru viduriu?
20. Kuo gyvas kaulas skiriasi nuo negyvojo?
21. Ar gali perlūžęs kaulas vėl suaugti?
22. Kaip kaulai auga ilgyn ir kaip storyn?
23. Kokiu būdu sąnarių kaulai laikosi taip stipriai?

III. Raumens, arba judinamoji sistema.

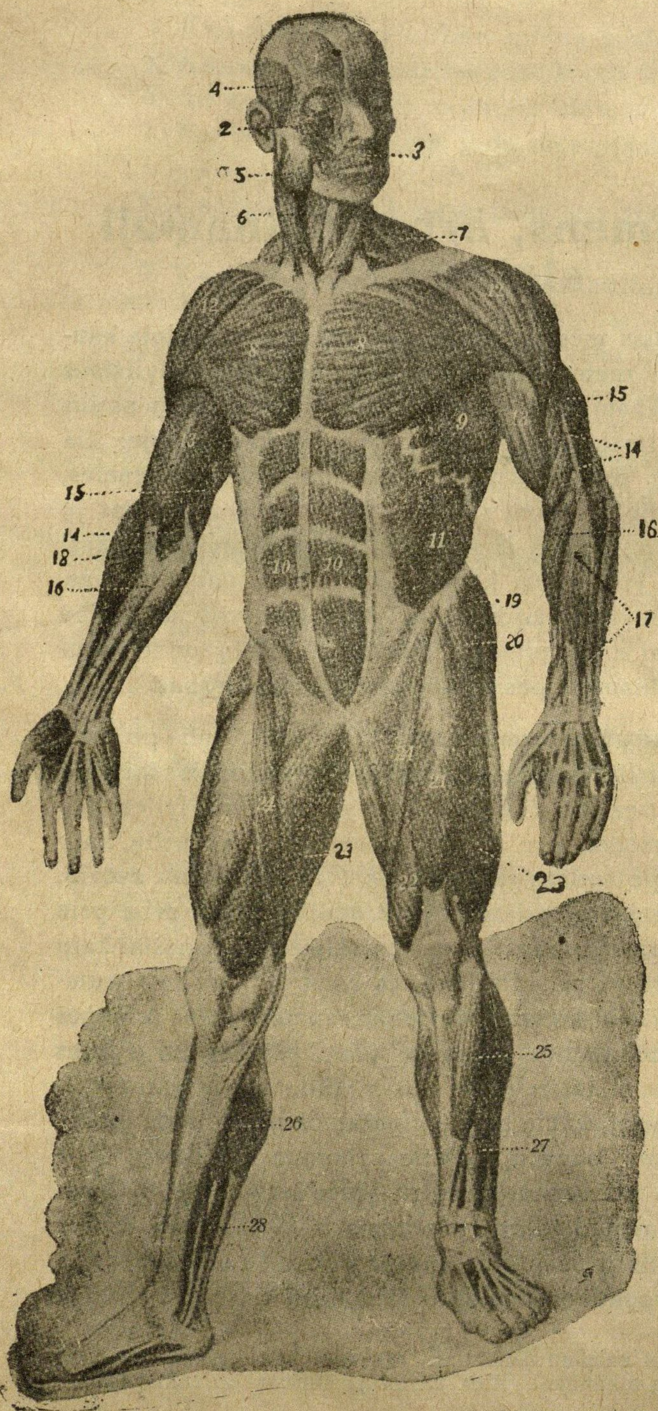
Tas raudonąsias mėsas, kurios guli po oda ir apkloja kaulus, mes vadiname raumenimis. Jie išlygina kūno paviršiaus įdubimus, teikia kūnui tam tikros lyties ir daro mūsų narius pilnesnius ir apskritesnius. Raumenų yra ir kūno viduje: čia jie sudaro visokių dykavidurių organų ir vamzdžių sieneles, pav., širdies, pilvelio ir žarnų sienas. Bet visų svarbiausias jų uždavinys yra judinti kūną ir jo dalis. Tikrai, įvairių įvairiausi judesiai, kokių tik yra mūsų kūne, kaip antai: vaikščiojimas, rankų darbas, kvėpavimas, širdies plakimas, maisto rijimas, kalba ir t.t. pareina tiktai nuo raumenų ir be jų negalėtų vykti. Raumenų judesiais aiškiausiai pasireiškia gyvo kūno darbas.

Kaip sudarytas raumuo. Raumens guli po oda ne ištisu sluoksniu, bet susiklostę atskirais raudonais šniūrais, kurių priskaitoma per 300 (32 pav.). Jų yra visokios lyties: ilgų ir storų, kaip siūlų šeiva, plačių, kaip plokštės, ir apskritų, kaip grandis. Drauge jie sudaro kone pusę ($^2/_5$) viso kūno svorio.

Savo galais raumuo priaugęs prie atskirų kaulų arba prie odos. Kiekvienas raumuo turi ypatybę susitraukti, panašiai kaip susitraukia ištempta guma. Susitraukęs raumuo pasidaro trumpesnis, bet storesnis ir kietas: jei vienas raumens galas priaugęs prie kurios nors nejudamos paramos, pav., prie kaulo, o kitas — prie judamo kaulo, tai raumuo susitraukdamas ir patrumpėdamas priartina antrąjį kaulą prie tos paramos ir tuo būdu judina jį iš vietos. Imkime pavyzdį. Peties raumuo (33 pav.) vienu galu priaugęs prie pečiomentės, antru—prie šeivos kaulo. Susitraukdamas tas raumuo darosi storesnis ir kietas (kuo lengva įsitikinti) ir kelia dilbį su įdėtu rankoje sunkumu aukštyn; vadinas, raumuo susitraukdamas padaro tam tikrą darbą*).

---

*) Centimetriniu kaspinu išmatuokit rankos apimtį per dvigalvį raumenį (lenkiantį ranką alkūnėje). Kiek pastorėja stipriai sulenkta ranka?



32 pav. Paviršiaus raumens.

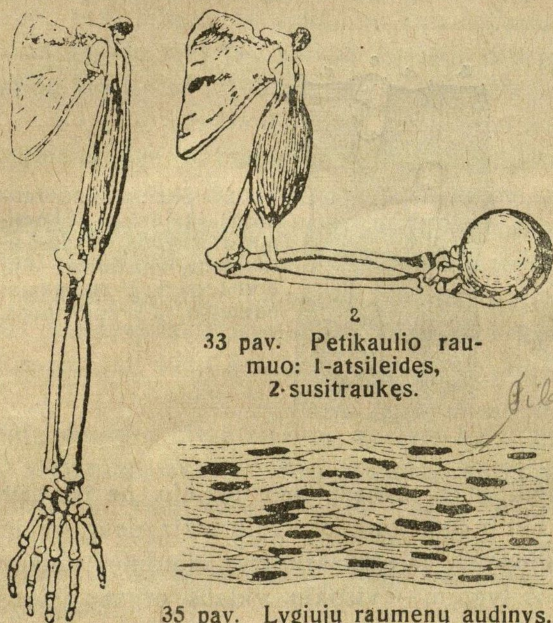
Galvos ir kaklo: 1-raukia kaktos odą skersai, 2-užmerkia akį, 3-sučiaupia burną, 4 ir 5-kramtomieji raumens, 6-kreipia galvą į šalį ir aukštyn, tų raumenų pora lenkia galvą žemyn, 7-lenkia galvą į šoną, tų raumenų pora laiko galvą tiesiai.

Krūtinės ir pilvo: 8-smarkiai traukia ranką žemyn, kartu su 9-kelia šonkaulius aukštyn (sunkiai kvėpuojant), 10-lenkia stuobą žemyn, kartu su 11 prispaudžia vidurius.

Rankų: 12-kelia ranką aukštyn, 1-lenkia ranką alkūnėje, 14-jam padeda, 15-tiesia ranką, 16-sugniaužia plaštaką, 17--atgniaužia plaštaką, 18-gręžia plaštaką delnu aukštyn.

Kojų: 19-atmeta koją į šalį, kartu su 20 gręžia šlaunį oro pusėn, 21, 22, 23-tiesia šlaunį, 24-lenkia koją kelyje ir gręžia blauzdą į vidų, 25-riečia leteną aukštyn, 26-atriečia leteną ir laiko stovintį ir einantį žmogų, 27-tiesia kojos pirštus, 28-sulenkia kojos nykštį.

Paprastai raumuo yra susidėjęs iš dviejų dalių: iš paties raumens, raudono ir susitraukiančio, ir jo galų, žydrai baltų sausagyslių, kurios visai nesitraukia. Sausagysles, lyg kokias kietas virves, mes lengvai galime atrasti kai kuriose kūno vietose, pav.: pakenklyje, aukščiau kulno, alkūnės įlinkime ir kitur. Kai kurios jos labai ilgos, ilgesnės už savo raumenį, pav., sausagyslės tų raumenų, kurie lenkia rankos pirštus; patys gi tie raumens guli ant dilbies kaulų, toli nuo pirštų (32 pav.—16).



33 pav. Petikaulio raumuo: 1-atsileidęs, 2-susitraukęs.

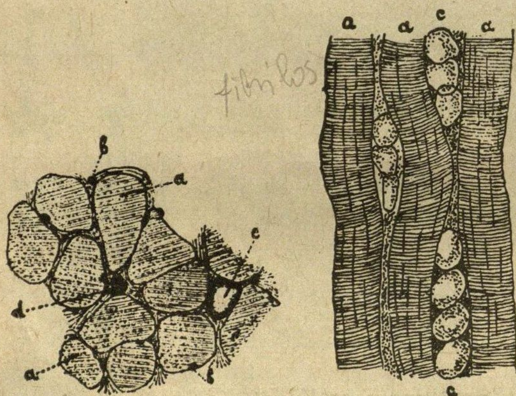
35 pav. Lygiųjų raumenų audinys.



34 pav. Lygiųjų raumenų skaidulos.

Raumuo sudarytas iš labai plonučių siūlelių, vadinamų skaidulų (34 pav.); skaidulos, susiglaudusios draugėn, sudaro pluoštelį, apvilktą plona plėnele. Iš pluoštelių pasidaro storesnis pluoštas, o iš pluoštų — raumuo, apvilktas bendra plėne. Kada ilgai viriname mėsą, pluoštelių plėnelės vandenyje pasileidžia; todėl virta mėsa duodasi lengvai skaidoma į atskirus pluoštelius. Raumens skaidulos yra ne kas kita, kaip savotiški raumeniniai narveliai; jie yra ilgi ir pasižymi ypatinga savybe — susitraukdami trumpėti ir vėl atsileisti. Kada narveliai susitraukia, tada ir visas raumuo susitraukia ir trumpėja. Kadangi raumens yra judinamieji organai, tai audinys, sudarytas iš raumeninių narvelių, vadinasi *judinamasis arba raumeninis audinys*

(35 pav.) Judinamojo audinio narveliai tuo skiriasi nuo jau pažįstamų mums narvelių (kremzlinių, kaulinių ir kitų), kad juose yra visai maža protoplazmos (tik aplink branduolį), bet daug raumeninės medžiagos, kuri sugeba trauktis. Vienų narvelių medžiaga yra visa vienoda (34 pav.), kitų — skersai išruožuota smulkiais ruoželiais (36 pav.). Dėl tos priežasties raumeninį audinį, sudarytą iš vienodos medžiagos narvelių, vadina *lygiuoju audiniu;* o iš ruožuotos — *skersaruožiu audiniu.* Lygiojo audinio narveliai turi tik po vieną branduolį, skersaruožio — po kelius.



36 pav. Skersaruožės raumenų skaidulos. Skersinis ir išilginis vaizdas: a-raumenų skaidulos, b-jų branduoliai, c-riebaliniai narveliai, d-kraujo indas.

Skersaruožės skaidulos skiriasi nuo lygiųjų ne tik savo vaizdu ir sudarymu, bet ir tuo, kad jos susitraukia daug gyviau ir stipriau, kaip lygiosios. Iš skersaruožių skaidulų sudaryti visi kaulų raumens, iš lygiųjų — visokių vidaus organų sienos (pilvelio, žarnų ir kitų).

Kaip raumens dirba. Griaučių raumens dirba labai įvairų darbą. Kokių tik judesių nedaro, pav., mūsų ranka! Kada mes norime pasiekti savo ausį, vienas raumuo ranką sulenkia, kitas kelia aukštyn, vėl kiti suriečia pirštus. Vėl kitokius judesius matome, kada grąžiojame ranką delnu aukštyn, kaip kad darome raktu rakindami duris. Be to, yra raumenų, kurie daro kits kitam priešingus judesius: vienas iškelia ranką, kitas iškeltą ranką gali palengva nuleisti, vienas sulenkia, kitas — sulenktą ištiesia ir t.t. Vieną kurį nors judesį daro dažniausiai ne vienas raumuo, bet kelių raumenų grupė; jie veikia kartu ir sutartinai; tokie raumens vadinasi *sąjungininkai.* Be to, mes jau žinome, kad raumenį, kurs judina organą viena kryptim, turi

atitikti kitas raumuo, kurs tą organą traukia atvirkščiai; kitaip mes negalėtume sulenktos, pav., rankos ištiesti arba ištiestos — sulenkti. Tokie priešingi raumens vadinasi *priešininkai*.

Raumens susitraukimas vadinasi jo darbas, atsileidimas — poilsis. Juo storesnis yra raumuo, juo jis yra stipresnis; todėl storesnis raumuo įstengia ir darbą sunkesnį nuveikti. Stiprūs raumens turi būti kiečiau priaugę prie kaulo; todėl tos kaulų vietos, kaulų grublai ir keteros, kurių laikosi stiprių raumenų galai, esti labiau išsišokę, ne kaip silpnų raumenų. Iš pliko kaulo grublų mes jau galime spręsti, stiprių ar silpnų raumenų ant jų būta.

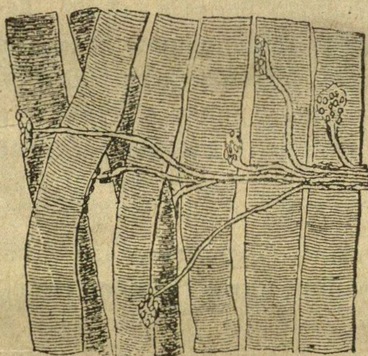
Raumuo susitraukdamas gali patrumpėti lig $^1/_3$ savo ilgio. Raumens jėga matuojama tam tikru prietaisu; jos didumas sprendžiamas iš to, kokį sunkumą raumuo įstengia pakelti. Tuo keliu patirta, pav., kad varlės blauzdos raumuo, pats sverdamas vos $^3/_{10}$—$^5/_{10}$ gramo, kelia 100 gramų sunkumą, arba 200—300 kartų didesnį už savąjį. Žmogaus raumuo palyginti yra dar stipresnis: bandymais atrasta, kad raumuo 1 kvadratinio centimetro storumo gali kelti 8 kilogramus, o kai kurie net 10 kilogramų. Mūsų kramtomuoju raumeniu mes be didelio vargo triuškiname įdėtą dantyse kietą riešutą, kuriam šiaip perspausti reikia apie 80 kilogramų svorio. Yra gyvulių, kurių raumens rodo stačiai nuostabią jėgą; skruzdė, pav., įstengia judinti švino gabalėlį tokio pat didumo, kaip jos visas kūnas; blusa gali pašokti nuo žemės 100 kartų aukščiau, negu jos kūno ilgis — toks jos kojų stiprumas!

Savo raumenų jėga žmogus nudirba tam tikrą darbą. Darbas matuojamas kilogramometrais; jei, pav., kas 10 kilogramų svorį pakelia dviejų metrų aukštumon, tai sakoma, jis padaręs darbą 20 kilogramometrų. Patirta, kad vidutinio stiprumo darbininkas kas sekundė nudirba 6—10 klg. mtr. ir per visą 8 valandų darbo dieną apskritai apie 200.000 kilogramometrų. Šis darbas prilygsta tam, kurį gausime iškėlę žmogų, sveriantį 70 klg., 2800 metrų aukštumon.

Idant išimtas iš gyvo kūno raumuo trauktųsi, tenka jis suerzinti, arba sujaudinti. Tam paprastai vartojama elektra; bet raumuo galima sujaudinti ir kitokiomis priemonėmis: organinėmis rūkštimis, paliečiant įkaitintu daiktu arba tiesiog stipriai užgavus. Tačiau ir tebesąs kūne raumuo ima veikti, arba trauktis tiktai paragintas. Gyvame kūne tokie nuolatiniai raumenų

ragintojai, arba jaudikliai yra smegens (galvos ir nugaros), kurios savo raginimus raumenims siunčia baltais siūleliais, dirksniais, padrikusiais po visą kūną ir einančiais iš smegenų į kiekvieną jo dalelę ir kiekvieną raumeninę skaidulą (37 pav.).

Iš prityrimo mes gerai žinome, kad raumens nuo ilgo ir nepaliaujamo darbo pavargsta ir tada reikalingi poilsio; pasilsėjęs raumuo vėl gali darbą dirbti. Raumenų pavargimo priežastis yra tokia, kad jiems bedirbant kinta jų medžiagos susijungdamos su deguonim, kitaip sakant jos dega; iš to prisirenka raumenyse žalingų degimo atmatų (pieninės rūkšties, anglies dvideginio), kurių kraujas nebesuskumba pašalinti ir jų vieton pristatyti naujų medžiagų (deguonies). Ir lyg tik tat įvyksta, raumuo atsigauna, vėl naujos jėgos įgyja.



37 pav. Skersaruožės skaidulos; į jas ateina dirksniai.

Suglausdami visa, kas buvo apie raumenų darbą sakyta, galime tokius jo dėsnius nustatyti:

1. Raumuo pradeda darbą tik gavęs paraginimą iš smegenų.
2. Susitraukia tik raudonoji raumens dalis, sausagyslės nesitraukia ir nesitempia.
3. Raumuo dirba vieną tą patį darbą, judindamas narį tik viena kryptim; atvirkščią darbą dirba kitas raumuo, jo priešininkas.
4. Juo raumuo storesnis, jis yra stipresnis.
5. Raumuo negali dirbti be paliovos ir prisivalo poilsio.

Raumenų paskirstymas. Mūsų raumenis mes galime paskirstyti, kaip jau skirstėme kaulus, į tris grupes: galvos raumenis, stuobo raumenis ir galūnių raumenis (32 pav.).

Galvos raumens daugiausia smulkūs: vieni jie judina galvos odą, kiti uždaro akis ir burną; stipriausieji raumens yra tie,

kurie kelia ir nuleidžia apatinį žandą, vadinami kramtomieji raumens. Nuo mūsų veido raumenų pareina ta ar kita veido išraiška: dėl jų mūsų veidas yra labai judus ir gali reikšti visokias mūsų nuotaikos atmainas. Tikrai, pažvelgę į veidą, mes lengvai atskiriame žmogų linksmai nusiteikusį nuo liūdno, patenkintą nuo supykusio, sujaudintą nuo ramaus. Tais raumenimis mes atmušame veide visokius dvasios judesius: baimę ir drąsą, panieką ir palankumą, kančią ir pomėgį, meldimą ir liepimą. Kokie turi būti mitrūs veido raumens, kad žmogus jais galėtų veido išraiškas nuolat keisti! Jei žmogaus veidas dažnai atspindi tuos pačius jausmus, tai tas atspindis visam laikui arba ilgam pasilieka žymus veido bruožuose.

Prie *stuobo* raumenų priskiriame kaklo raumenis, krūtinės ir nugaros. Kaklo raumenimis laikome galvą pusiausvyrą ir visaip ją judiname: nuleidžiame žemyn, atmetame atgal, linguojame į šalis ir grąžiojame. Krūtinės raumens — vieni kilnoja šonkaulius, kiti kartu su nugaros raumenimis judina rankas ir laiko stuobą pusiausvyrą.

Galūnių raumens visaip judina mūsų rankas ir kojas. Kojų raumenų dėka mes galime vaikščioti, bėgioti ir šokinėti. Eidami mes darome apie 80 žingsnių minutėje, bėgdami net apie 200, ir kiekvienu žingsniu vieni raumens susitraukia, kiti tuo pat metu atsileidžia. Kad žmogus galėtų stovėti ant kojų, taip pat reikia įtempti raumens, būtent: blauzdų, šlaunių, nugaros ir priekio.

Nuo mažų dienų žmogus pamažėle išmoksta valdyti savo raumenis, išmoksta, silpniau ar stipriau jie reikia įtempti, kad kūnas laikytųsi pusiausvyras ir visi judesiai būtų darningi; kūdikis, kaip žinome, dar ilgai nemoka pastovėti tiesus, nors jam netrūksta nė vieno raumens, kokius turi žmogus suaugęs; kiekvienas jūs esate patyrę, kaip nelengva išmokti daryti neįprasti judesiai: plaukyti, čiužinėtis, dviračiu važinėtis ir t.t.

Mūsų raumenų darbas pasireiškia ne tik tada, kada visokius judesius darome, bet taip pat, kada laikomės ramiai, kada stovime arba sėdime. Todėl aišku, kad stovint galima lygiai taip pat pavargti, kaip ilgai ėjus arba bėgus. Sėdėdami turime įtempti tam tikrus raumenis, kad stuobas ir galva būtų pusiausvyri; ilgas sėdėjimas, ypač jei kūnas neatsirėmęs, privargina raumenis ne mažiau, kaip stovėjimas.

Griaučių raumens yra tos rūšies raumens, kurių darbą mes tvarkome kaip tinkami: kada norime, sutraukiame — stipriau ar silpniau; kada norime, atleidžiame. Tokie raumenų judesiai vadinasi *laisvi.* Be jų, mūsų kūne vyksta dar tokių judesių, kurių mes, kad ir norėdami, sustabdyti negalime, kurie vyksta be mūsų žinios ir valios, pav., pilvelio ir žarnų susitraukimai. Tokie judesiai vadinasi *nelaisvi.*

Mikroskopas parodo, kad raumens, kurie daro laisvuosius ir nelaisvuosius judesius, yra nevienodai sudaryti, būtent: laisvųjų judesių raumens — iš skersaruožių skaidulų ir nelaisvųjų — iš lygiųjų skaidulų. Iš tos bendros taisyklės išsiskiria tik vienas mūsų raumeninis organas, širdis; nors jos judesiai nuo mūsų valios nepareina, tačiau ji sudaryta iš skersaruožių skaidulų.

Raumenų mankštinimas. Jei raumuo ilgą laiką neturi darbo, neturi progos mankštintis, tai pamažu eina plonyn, darosi minkštas, glebnas ir silpnas. Atvirkščiai, mankštinamas raumuo gauna iš kraujo daugiau maisto, atskiros jo skaidulos storėja, ir visas raumuo eina storyn ir stipryn. Todėl žmonėms, kuriems dėl jų ypatingų gyvenimo sąlygų mažai tenka savo raumenų jėga naudotis, labai pravartu nelaikyti raumenų be darbo. Tiktai mankštindami mes galime pamažu padidinti raumenų jėgą ir viso kūno stiprybę ir vikrumą. Mes gerai žinome, kiek yra išlavėję ir stiprūs raumens tų žmonių, kurie verčiasi fiziniu darbu, pav., stalių, kalvių, lauko darbininkų. Yra stipruolių, kuriems kiloti 160 klg. nesudaro perdidelio sunkumo. Lig kokio laipsnio galima išmiklinti raumens nuolatiniu mankštinimu, pasako tokie pavyzdžiai: pratęs pijanistas, beskambindamas pijaną, 300 kartų minutėje sulenkia ir atlenkia rankos plaštaką; pratęs smuikininkas, begrieždamas, sugeba sulenkti vidurinį pirštą net 600 kartų minutėje. Bet visų didžiausiu judumu pasižymi mūsų kalbos raumeninis organas, liežuvis, kurio lankstumas, garsus tariant, yra dar didesnis.

Fizinis darbas ir šiaip gimnastika yra svarbūs mums ne tik tuo, kad išmiklina mūsų raumenis, bet kad eina viso organizmo sveikaton, nes, kada darbuojasi raumens, kraujas gyslomis greičiau teka, daugiau pristato kūno organams maistingų medžiagų. Tad aišku, visi mūsų kūno organai, neskiriant ir smegenų, geriau minta ir stipręja; taigi, raumenų mankštinimas turi laimingos įtakos net dvasios gebėjimams.

Kitą vertus, perilgas ir didelis raumenų įtempimas ir nuolatinis darbas nusilpnina raumenis. Todėl, idant raumenų mankštinimas nekenktų mūsų organizmui, bet eitų sveikaton, reikia saugotis, kad perdaug jie neįvargtų, ir darbas kartkartėmis reikia pavaduoti poilsiu. Organizmui visų geriausia ir sveikiausia, jei darbuojasi ne vieni tie patys raumens, bet jei darbe dalyvauja įvairios jų grupės ir įvairiomis kryptimis; todėl ne visi sportai yra mūsų kūnui naudingi.

Klausimai.

1. Kur yra tie raumens, kurie lenkia rankos pirštus, kelia ranką aukštyn, tiesia ranką?
2. Kokį darbą dirba blauzdos raumens?
3. Kokios svarbos raumenims turi kaulai?
4. Kam kitų raumenų yra ilgos sausagyslės?
5. Kuo raumeninis audinys skiriasi nuo sluoksninio ir paraminio?
6. Ar gali tas pats raumuo sulenkti ir atitiesti ranką?
7. Nuo ko pareina raumens stiprumas?
8. Ar galima iš plikų kaulų spręsti, ar stiprūs buvo jų raumens?
9. Nuo kokių sujaudinimų raumuo pradeda trauktis?
10. Dėlko raumuo negali dirbti be poilsio?
11. Kodėl žmogus pavargsta ilgai bestovėdamas?
12. Nuo ko žmogus labiau pavargsta, ar ilgai stovėjęs, ar tiek pat laiko ėjęs?
13. Kada ilsisi visi griaučių raumens?
14. Ar visus raumenis mes galime valdyti savo valia?
15. Kodėl mums sveika mankštinti raumens?

IV. Kraujo organai.

Visi mūsų organai ir net smulkiausios jų dalelės, narveliai, kiekvienas dirba savo darbą; bedirbdami jie turi eikvoti medžiagas. Kaip garo mášina be kuro yra bejėgė, taip mūsų kūno dalys be maitinamųjų medžiagų negalėtų dirbti ir sugedusios neturėtų kuo naujintis. Reikalingų medžiagų joms pristato kraujas; jis sklysta po visą kūną ir, kurioje jo dalyje darbas eina sparčiau, ten ir maitinamųjų medžiagų teikia daugiau.

Nuo darbo kūno organuose prisirenka nereikalingų medžiagų, visokių atmatų, kurios nuolat reikia šalinti. Tą pareigą taip pat atlieka kraujas. Jis išvalo visus kūno pašalius ir išneša numirusius narvelius, anglies dvideginį, vandenį ir visa, ko tik atsiranda, degant audinių medžiagoms. Tokiu būdu, kraujas šalina iš mūsų organizmo visa, ko nebereikia, ir pristato medžiagų kūno nuostoliams atlyginti. Anot vieno mokslininko žodžių, kraujas yra upė, kuri duoda derlių, ir kartu yra nešvarumų nuleidžiamasis latakas. Kadangi mūsų kūnas dirba be paliovos, tad ir kraujas turi nenustodamas tekėti. Kraujas teka tam tikrais vamzdeliais, kurie vadinasi *kraujo indai*.

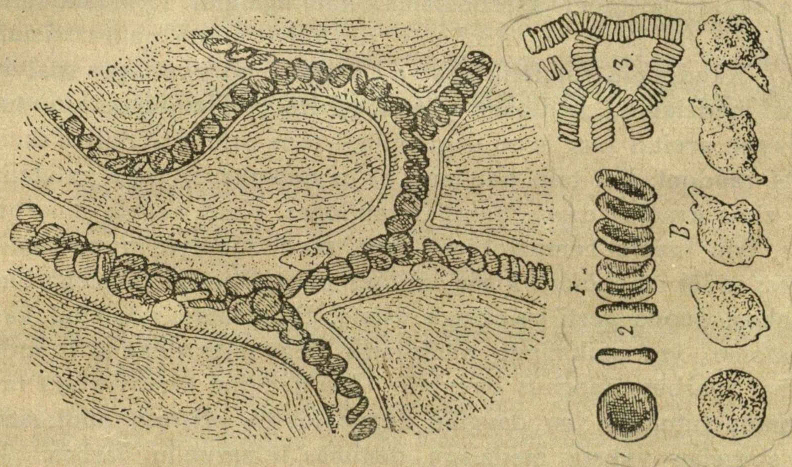
Kraujas. Mūsų neginkluotoms akims kraujas atrodo raudonas skystis: jis įsiskverbia į visus organus, į visus audinius, net į kaulus; ir tikrai, sunku rasti kūno vietelė, kur nuo adatos dūrio nepasirodytų kraujo lašelis; jo nėra tiktai kremzlėse ir kai kuriose akių dalyse*). Tyrimai parodė, kad sveiko žmogaus kraujas sveria $^{1}/_{13}$ dalį viso jo kūno; taigi, žmogus, sveriąs 65 kilogramus, turi apie 5 kilogramus kraujo. Nuo fizinio darbo, mėsiško valgio kraujo kūne padaugėja; atvirkščiai, nuo sėdimo gyvenimo, riebaus valgio, skrobylo ir cukraus kraujo pamažėja. Nutukusių žmonių kraujo gali būti net du kartu mažiau, kaip kad pritinka jų kūno svoriui; ligos taip pat pamažina kraujo.

---

*) **Kraujas kūne.** Vieną savo ranką nuleiskit žemyn, antrą iškelkit aukštyn ir palaikykit tiesiai iškeltą 1 minutę. Po to palyginkit abi rankas. Ar vienodas abiejų rankų pojūtis?

Ranką per riešą suveržkit kaspinu arba susukta skepetaite ir palaikykit taip trumpą laiką. Kas darosi rankai?

Žiūrėdami kraują pro mikroskopą, galime įsitikinti, kad kraujas yra visai giedrus beveik bespalvis skystis, kuriame plūduriuoja galybė apskritų smulkučių, raudonų kruopelių. Nuo tų kruopelių pareina raudona kraujo spalva. Žymiai mažiau kraujyje yra kitokių kruopelių, be spalvos, kiek didėlesnių už raudonąsias (38 pav.). Kraujo bespalvis skystis vadinasi *kraujo plazma*, plūduriuojančios jame kruopelytės vienos — *raudonieji kraujo rutulėliai*, kitos — *baltieji kraujo rutulėliai*. Raudonieji rutulėliai yra pavidalo skridinėlių, įduobtų iš abiejų šonų; jie atrodo mums raudoni tik tada, kada būna susigrūdę krūvoje arba guli vienas ant kito stulpeliu, bet jei žiūrime juos išsklydusius po vieną, tai rodosi mums ne raudoni, bet rausvai geltoni.



38 pav. Kapiliarai su kraujo rutulėliais; r-raudonieji rutulėliai (1 iš viršaus, 2 iš šono); B-baltieji rutulėliai; 3-rutulėliai susimetę stulpeliais.

Jie tokie maži, jog kiekvieno skersis yra vos 0,008 milimetro ilgumo; dėl to jų tokia daugybė telpa kraujyje: viename kūb. milimetre priskaitoma jų 5 milijonai, visame gi kraujyje — 25 bilijonai (5 mil. $\times$ 5.000.000). Jei mes galėtume visus juos suglausti viena linija, tad ji ištistų per 200.000 kilometrų (0,008 mm. $\times$ 25 bilijonų).

Baltieji rutulėliai neturi pastovios lyties, savo pavidalą gali keisti ir savarankiškai slankioti; jie yra gyvos protoplazmos gumulėliai, panašūs į amėbą. Būdami savaimingi smulkučiai organizmai mūsų organizme, jie pajėgia prasiskverbti pro kraujo indų narvelius ir išėję laisvėn slankioti audinių tarpeliais. Baltųjų rutulėlių yra kraujyje mažiau: 500—1000-iui raudonųjų tenka

tik vienas baltasis; kartais, sergant žmogui kai kuriomis ligomis, jų skaičių santykis pakitėja, baltųjų padaugėja, ir vienas baltasis rutulėlis jau tenka 20-čiai raudonųjų.

Aukščiau mes pasižinome su audiniais, kurių tarpinė medžiaga kieta (kaulas), stangi (kremzlė) ir minkšta (jung. audinys); kraują mes galime laikyti tokiu audiniu, kurio tarpinė medžiaga yra skysta, o rutulėliai yra to audinio gyvi narveliai. Raudonieji rutulėliai tuo skiriasi nuo kitų narvelių, kad neturi branduolių ir todėl negali daugintis. Mokslininkų nuomone, jie tegyvena 2—4 savaites; tad įdomu žinoti, iš kur randasi naujų? Kai kuriose kūno dalyse, pav., kaulų čiulpuose pasisekė aptikti raudonųjų rutulėlių branduoliuotų, kurie, kaip ir kiti narveliai, pajėgia skaidytis; todėl sprendžiama, kad ilgainiui jų branduoliai žūsta, ir tie buvę branduoliuoti rutulėliai virsta paprastaisiais.

Raudonųjų rutulėlių spalva pareina nuo ypatingos spalvingos medžiagos, vadinamos *hemoglobinu*. Hemoglobinas turi savybę greitai jungtis su deguonim,—tada rutulėliai darosi skaisčiai raudoni; bet taip pat lengvai jo netenka, ir tada rutulėliai ir visas kraujas darosi tamsiai raudonas. Kaip augalų chlorofilas, taip kraujo hemoglobinas turi savo sudėtyje truputį geležies; todėl žmonėms, kurių kraujas pablyškęs dėl hemoglobino stokos, duoda gerti geležingų vaistų. Raudonieji rutulėliai, kaip matome, yra reikalingo audiniams deguonies tiekėjai ir todėl labai svarbūs žmogaus gyvybei. Juo daugiau kraujyje yra raudonųjų rutulėlių, juo daugiau deguonies jie pristato audiniams, ir sparčiau vyksta medžiagų degimas ir narvelių darbas. Jei nuo raudonųjų rutulėlių nuluptume plonas plėneles, tai jomis galėtume nukloti plotą 3200 ketvirtainių metrų, arba arti $^1/_3$ ha.

Čia pravartu pažymėti, kad kraujo hemoglobinas tokiu pat lengvumu, kaip deguonis, prisijungia ir smalkes, kurių atsiranda gyvenamoje troboje iš blėstančio kuro; tada rutulėliai, tų dujų prisigėrę, nebepajėgia jungtis su deguonim, ir žmogus ima alpti, kaip kvapo netekęs.

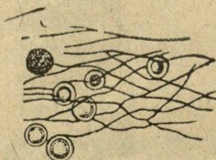
Trečią dalį viso kraujo sudaro raudonieji rutulėliai, ir kone $^2/_3$ dalys tenka kraujo plazmai.

Baltieji rutulėliai turi branduolius ir gali skaidytis. Būdami neapvilkti plėnele, jie gali keisti savo pavidalą ir, kaip amėbos, leisti iš šonų ataugas; slankiodami po visus pakraščius, tomis ataugomis jie įsitraukia maistą, mirusių narvelių liekanas ir pašalinius kūnus, pav., bakterijas, kurių dažnai pakliūva į mūsų

kraują. Baltieji rutulėliai darosi kaulų čiulpuose, blužnyje ir limfinėse liaukose.

Kraujo plazma yra ne kas kita, kaip vanduo su atsimiešusiomis įvairiomis medžiagomis; apiplaudama visus kūno audinius plazma tiekia jiems maisto ir statomųjų medžiagų; bet dalis pristatytų audiniams medžiagų susijungia su deguonim ir sudega. Šiuo būdu į kraujo plazmą pakliūva visos nebetikusios gyvybei laikyti medžiagos, kurios turi būti pašalintos iš organizmo.

Visiems mums žinoma, kad kraujas išleistas iš kūno sukreša, arba susivelia raudonu gumulu. Pabuvęs 12—15 valandų ore krešulys ima gniužti ir standėti, ir iš jo išsisunkia visai giedrus skystis, vadinamas *kraujarase* (lotyniškai serum). Jei dabar kraujo krešulį išplausime ir pašalinsime raudonuosius rutulėlius, tai beliks balta skaidulinga medžiaga, vadinama *fibrinu*. Fibrinas yra tokia baltymo rūšis; kol tebesti kūne, fibrinas atsi-



39 pav. Kraujo rutulėlius apraizgo fibrino skaidulos.

miešęs plazmoje; bet susidūręs su oru jis iškrinta iš plazmos skaidulų pavidalo ir apraizgo kraujo rutulėlius (39 pav.); tai yra kraujo krešėjimo priežastis. Kraujo savybė krešėti turi žmogui nemažos svarbos: įsipjovus odą ar šiaip atsiradus atviroms žaizdelėms, besisunkiąs kraujas sukreša ir lyg kamščiu jas uždaro, ir užsidėjusi plutelė neleidžia žalingoms bakterijoms įsiskverbti į kūną. Nuo fibrino pareina žinomas kraujo glitumas.

Jei maišysime išleistą kraują menturiu arba šluotele, mes neduosime kraujui sukrešėti, nes tada visas fibrinas apsivelia ant šluotelės ir tuo būdu jis galima iš plazmos išimti. Tokį išfibrinuotą kraują vartoja kai kuriems kraujo bandymams.

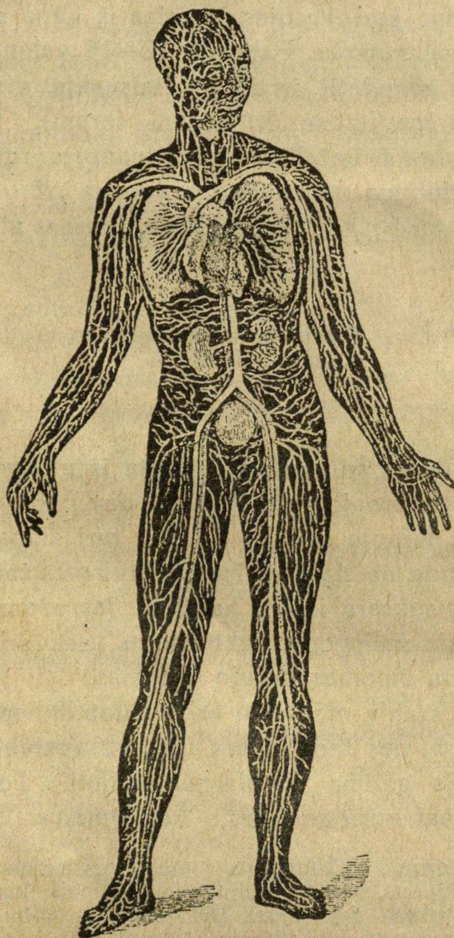
Imunitetas. Ligų bakterijos, pakliuvusios į mūsų organizmą ir besidaugindamos jame, leidžia nuodus, moksle vadinamus toksinais, kurie naikina organizmą ir kartais nuvaro jį į kapus. Besigindamas nuo jų, organizmas gaminasi ypatingų medžiagų, kiekvienoje ligoje atskirų, kurios veikia prieš bakterijų nuodus ir, jei žmogus perserga ligą (pav. skarlatiną, tymus, raupus), tai toji medžiaga, arba *antitoksinas*, pasilieka kraujyje ir apsaugo žmogų nuo antrakarčio susirgimo. Toks įgytas organizmo atsparumas ligai vadinas *imunitetas*.

Norint iš anksto apsidrausti nuo ligos (p. difterijos), kuria žmogus dar nėra sirgęs, galima jam tos ligos imunitetas suteikti skiepijimo keliu.

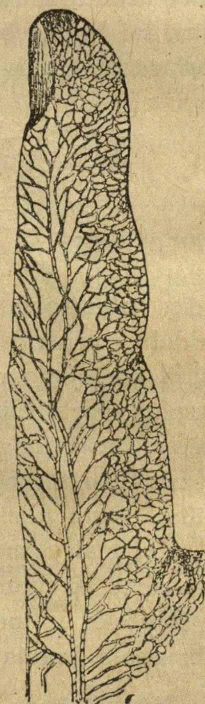
Medžiaga tam reikalui gaminama taip. Gyvuliui, dažniausiai arkliui arba veršiui, įtrėškia į kraują ligos toksino, paimto iš tyčia auginamų bakterijų. Gyvulys užkrėstas suserga. Pasveikusio gyvulio kraujyje yra atatinkamo antitoksino; iš jo kraujo gauna serumo ir įleidžia į žmogaus kraują. Taip apdraustas žmogaus organizmas tąja liga nebeserga arba serga visai lengvai.

Mūsų dienomis sėkmingai skiepijama difterija, šiltinės, pasiutimas, cholera, raupai ir kitos limpamos ligos. Toks dirbtinis imunitetas nėra amžinas ir po kelių metų ar dar anksčiau turi būti atnaujinamas. Yra tačiau ligų, pav. gripas, plaučių įdegimas, kurios mūsų kūne imuniteto nepalieka, ir todėl jomis žmogus gali sirgti ne vieną kartą savo gyvenime.

Atsitinka, kad iš prigimimo žmogus yra atsparus kai kurioms ligoms, arba sunkiai joms pasiduoda. Toks atsparumas išlaikomas tvarkingu gyvenimu ir darbu, geromis gyvenimo sąlygomis.



40 pav. Kraujo indai.

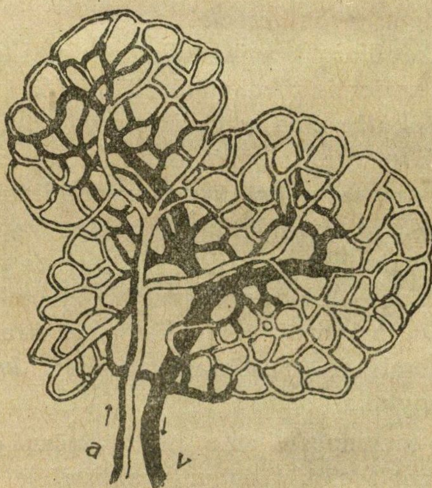


41 pav. Kapiliarų rezginys piršto odoje.

Kraujo indai. Kraujas, kaip jau esam kalbėję, turi visoms kūno dalims be paliovos tiekti reikalingų jų gyvybei medžiagų ir šalinti suirusias ir žalingas. Kad kraujas galėtų

atlikti šitą dvigubą darbą, jis turi nesustodamas, lyg upė, tekėti ir pasiekti visus kūno pašalius. Kas gi yra tas nenuilstamas kraujo variklis?

Mūsų krūtinės pryšakyj glūdi raumeningas maišelis, kurį mes širdimi vadiname. Iš jos eina į įvairias puses vamzdžiai, kraujo indai. Juo toliau nuo širdies, juo smulkiau jie šakojasi ir darosi laibesni (40 pav.). Kadangi širdis yra sudaryta iš raumenų, tad ji gali susitraukti ir susitraukusi atsileisti; traukdamos, arba gniūždama, širdis išvaro kraują į indus; atsileisdama ir skėsdamos — įsisiurbia kraują iš indų. Iš širdies kraujas teka vienais indais, grįžta į širdį — kitais; pirmieji indai, kuriais širdis stumia kraują į visus kūno pašalius, vadinasi *arterijos* (gyvágyslės); antrieji, kuriais kraujas, apiplovęs kūno dalis, grįžta vėl į širdį, vadinasi *vėnos*.



42 pav. Kapiliarų rezginys: a-arterija v-vėna.

Nors arterijos atrodo panašios į vėnas, tačiau yra ir skirtumų. Visų pirm, arterijų sienelės stangesnės: arterija, kad ir be kraujo būdama, nesupliūška, bet pasilieka atdara, kaip guminė žarnelė; atvirkščiai, vėnos be kraujo supliūška, kaip ištuštinta žarna. Arterijos paprastai guli gilesniuose kūno sluoksniuose, vėnos gi arčiau prie kūno paviršiaus, po oda, todėl kai kur jos šviečiasi pro odą. Vėnos aiškiai matyti dilbio vidaus pusėje, kur atrodo mėlynų pūpsančių gysločių pavidalo, ypač jei ranka pabūva nuleista žemyn.

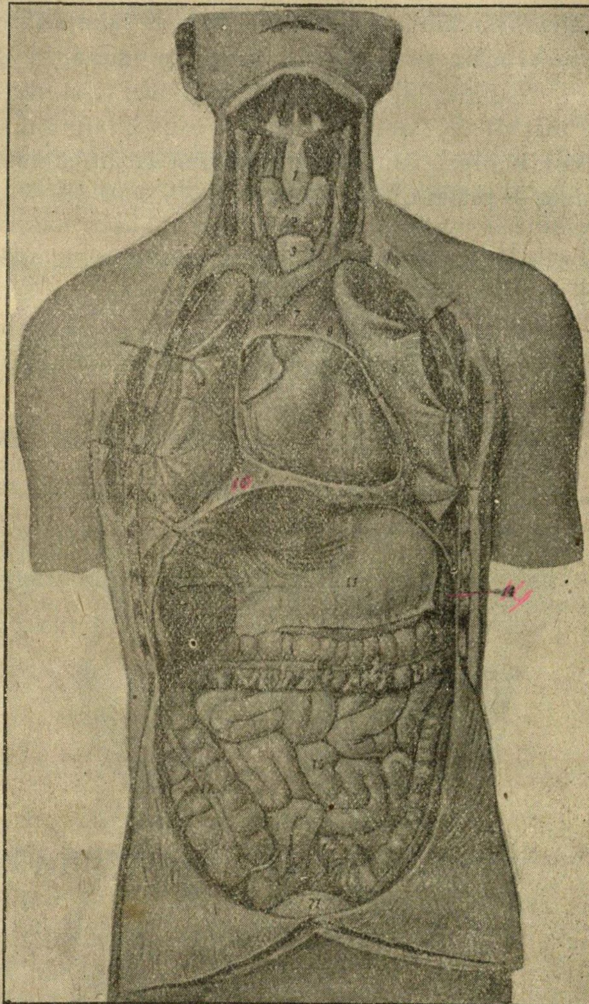
Arterijų ir vėnų sienelėse įklotas sluoksnis raumeninių lygiųjų skaidulų; kadangi vėnų sienelės yra plonesnės, tai pro jas šviečiasi kraujas.

Arterijos, besišakodamos vis smulkyn, virsta pagaliau ploniausiais vamzdeliais, kurie pasklydę po visus mūsų kūno gyvus audinius; juos tvirtai laiko vietoje jungiamasis audinys. Tie ploniausi vamzdeliai, vadinami *kapiliarai* (arba vortinklio indai), sudaro tankiausį rezginį (41 pav.); jie yra tiek smulkūs, jog tik mikroskopu teįžiūrimi, ir taip tankiai surizgę, jog adatos dūriu mes draskome jų dešimtis. Kapiliarų sienelės sudarytos tiktai vieno narvelių sluoksnio. Šičia būtent, tuose kapiliaruose pasimaino medžiagomis kraujas ir kūno audiniai: pro jų plonutes sieneles iš kraujo sunkiasi reikalingos audiniams statomosios medžiagos ir deguonis, o iš audinių į kraują—šalintinos medžiagos, degimo produktai: anglies dvideginis ir vanduo. Kapiliarų rezginyje šviesiai raudonas kraujas, kitaip vadinamas *arterinis*, nebetekęs deguonies ir prisigėręs anglies dvideginio, virsta tamsiai raudonu, arba *vèniniu*.

Iš kapiliarų kraujas toliau nueina į tokias pat smulkias vėnų šakutes, kuriomis teka atgal į širdį (42 pav.); juo arčiau į širdį, juo tos šakutės eina retyn ir storyn ir, kaip iš upokšnių ir upelių pasidaro upė, taip vèninės šakutės susiliedamos virsta vėnomis. Širdis, arterijos, vėnos ir kapiliarai sudaro kraujo indų sistemą. Širdis yra kraujo variklis, kapiliarai — medžiagų tiekėjai ir priėmėjai, arterijos yra širdies ir kapiliarų jungiamieji takai, vėnos — tokie pat jungiamieji takai, grįžtant kraujui iš kūno pašalių į širdį. Nepaliaujamas kraujo tekėjimas arterijomis, vėnomis ir kapiliarais vadinasi *kraujo skriejimas*, arba kraujo apytaka.

Jei mes spusteliame pirštu mūsų odą, tai tame daikte ji pabąla, bet tuojau atsigauna; spustelėję mes išstumiame kraują iš indų, bet greitai jie vėl prisipildo kraujo. Aišku, kad visoks mūsų kūno dalių spaudimas trukdo kraujo skriejimą; todėl reikia vengti siaurų rūbų ir visa, kas varžo mūsų narius, kaip antai: kietai juosiamų diržų, keliaryšių ir t.t. Laikoma ilgai nuleista žemyn ranka pritvinksta kraujo, iš iškeltos aukštyn kraujas nuteka. Jei ilgą laiką mes neduodame progos mūsų nariams judėti, tai sutrukdome juose kraujo tekėjimą, ir jų audiniai kiek reikiant nesimaitina. Todėl mums turi būti aišku, kad sėdimas gyvenimas stabdo ne tik raumenų darbą, bet silpnina ir viso organizmo mitimą.

Širdis*). Didumo širdis yra daugmaž sulyg kumštim to paties žmogaus. Ji guli krūtinės viduryje, truputį paslinkusi į kairę (43 pav.); jos laibgalys, arba širdies viršūnė, apskritai smailus, atsigręžęs kairion pusėn ir įsirėmęs į krūtinės sieną;



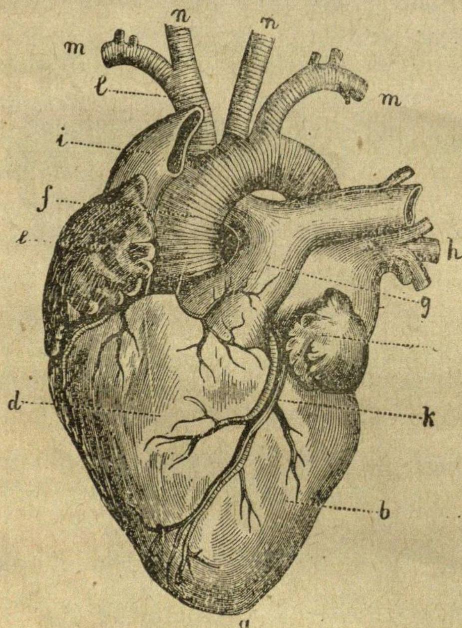
43 pav. Krūtinės ir pilvo viduriai: 1-gerklos, 2-gurklio liaukos, 3-kvėpuojamoji gerklė, 4 ir 5-plaučiai (atversti), 6-kairiasis širdies skilvelis, 7-aorta, 8-aukštutinė kiauravidurė vena, 9-plaučių arterija, 10-dangos, 11-pilvelis, nuo jo apačios nukarusi įsnauja (nupjauta), 12-jeknos (atverstos), 13-tulžies pūslė, 14-blužnis, 15-laiboji žarna, 16-akloji žarna, 17—19-vėdarinė žarna, 20-sėdimoji žarna, 21-šlapimų pūslė.

antras galas platus, nusigręžęs aukštyn į užpakalį. Širdis yra dykaviduris raumeningomis sienomis maišelis (44 pav.); ji apsupta dviguba jungiamojo audinio plėve, kaip kokiu aptraukalu,

*) Širdies pavyzdžiu gali būti kurio nors skerdžiamo gyvulio širdis

kurs suaugęs tik su širdies plačiuoju galu. Toje širdies krityje yra bent kiek skysčio, kurs širdies paviršių daro vilkšnų ir slidų. Širdies sienos sudarytos iš skersaruožių raumeninių skaidulų, nors jų judėjimai nė kiek nuo mūsų valios nepareina. Vis tiktai širdies skersaruožės skaidulos yra truputį kitokios: teturi po vieną branduolį, yra trumpesnės ir šakojasi; tuo jos skiriasi nuo skersaruožių skaidulų, iš kurių yra sudaryti griaučių raumens.

Širdies darbas dvigubas; ji turi išstumti kraują į arterijas ir priimti grįžtantį kraują iš vėnų; kitaip sakant, širdis yra variklis ir siurblys. Susitraukdama širdis stumia kraują, išsiplėsdama — priima.

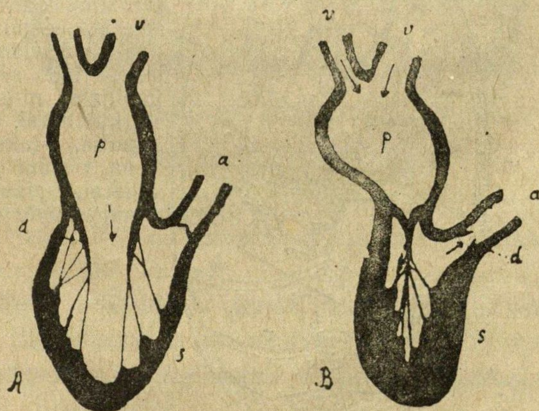


44 pav. Širdis: b-kairiasis skilvelis, c-kairiasis prieširdis, d-dešiniasis skilvelis, e-dešiniasis prieširdis, f-aorta, g-plaučių arterija, h-plaučių vėnos, i-aukštutinė kiauravidurė vėna, k-širdies arterijos ir vėnos, l-bevardė arterija, m-raktakaulių arterijos, n-kaklo arterijos.

Kadangi iš kūno pašalių į širdį grįžta vėninis arba tamsusis kraujas, nebetekęs deguonies, tad jis vėl turi pasidaryti arterinis, šviesus, idant pasklydęs po visą kūną galėtų tiekti audiniams deguonies. Plaučiai yra tie organai, kurie tamsų kraują padaro šviesų (43 pav.). Todėl grįžusį iš kūno kraują širdis varo į plaučius, kur jis, prisigėręs deguonies, virsta šviesiai raudonu. Kad širdis tuo pačiu metu galėtų varyti šviesųjį kraują į kūną, o tamsųjį į plaučius ir priimti grįžtantį iš kūno tamsųjį, o iš plaučių šviesųjį, ir kad tos dvi kraujo rūšys nesusimaišytų, širdis aklinai perskirta į dvi puses: į kairiąją, kuria eina šviesusis kraujas, ir dešiniąją, kuria eina tamsusis.

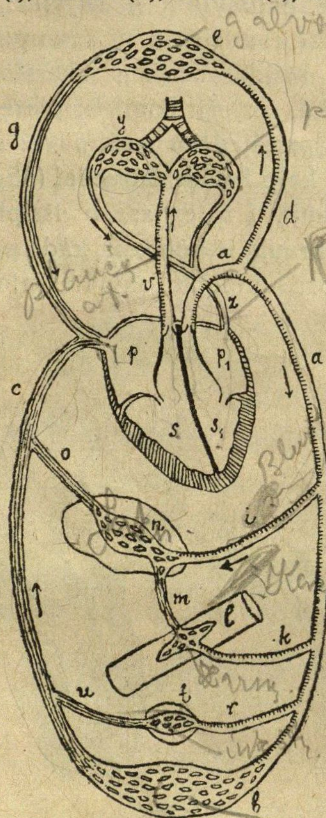
Idant kiekviena širdies pusė galėtų tuo pačiu metu stumti kraują į arterijas ir siurbti iš vėnų, tos pusės perskirtos sienelėmis į du skyrius — viršutinį ir apatinį. Viršutiniai abiejų pusių skyriai kartu priima kraują iš vėnų ir vadinasi *prieširdžiai*, apatiniai skyriai stumia sutartinai kraują į arterijas ir vadinasi *skilveliai*. Tokiu būdu, širdis yra padalyta į 4 skyrius: du prieširdžius ir du skilvelius; prieširdžiai susisiekia su savo pusės skilveliais apskritomis skylutėmis, atsidarančiomis skersinėse sienelėse. Kada skilveliai susitraukę, prieširdžiai išsiplėtę, ir atvirkščiai, kada skilveliai išsiplėtę, prieširdžiai susitraukę: abu prieširdžiai taip pat dirba sutartinai, kaip ir abu skilveliai (45 p.). Skilveliai susitraukdami išvaro kraują į arterijas, o išsiplėtę prieširdžiai tuo pačiu metu priima kraują iš vėnų; ir kada prieširdžiai po to susitraukia, kraujas pro minėtas skylutes eina į jau išsiplėtusius skilvelius.

45 pav. Kairioji širdies pusė: p-prieširdis, s-skilvelis, v-vėnos, s-aorta, d-vožtuvai, A-prieširdis susitraukęs, skilvelis išsiplėtęs, B-prieširdis išsiplėtęs, skilvelis susitraukęs.



Kaip skrieja kūnu kraujas. Mes turime skirti dvi kraujo sroves: viena prasideda iš kairiojo skilvelio, eina visu kūnu ir grįžta į širdies dešiniąjį prieširdį; čia kraujui teko tolima kelionė keliauti, todėl ta srovė vadinasi *didžioji kraujo apytaka* ir jos kelias — didysis takas; kita srovė prasideda iš dešiniojo skilvelio, eina pro plaučius ir baigiasi kairiuoju prieširdžiu; čia kelias artesnis, ir ta srovė vadinasi *mažoji kraujo apytaka* ir jos kelias — mažasis takas (46 pav.). Dabar susipažinkime su tais kraujo takais arčiau. Iš kairiojo skilvelio eina aukštyn didžioji arterija, vadinama *aorta;* lanku išsirietusi ji toliau nulinksta žemyn (44 pav. f).

Aortos lankas leidžia tris šakas: dešinioji šaka, arba *bevardė arterija* (e) savo rėžtu skiriasi į dvi šakas, kurių viena, *dešinioji kaklo arterija* (n), neša kraują kaklu į galvą, kita gi, *dešinioji raktakaulio arterija* (m), tiekia kraujo dešiniajai rankai. Vidurinė šaka, kairioji kaklo arterija (n), neša kraują į galvą kairiąja kaklo puse. Pagaliau, kairioji aortos šaka, arba kairioji raktakaulio arterija (m), tiekia kraujo kairiajai rankai. Aortos liemuo, paėjėjęs žemyn, irgi leidžia šakas į įvairius organus (49 pav.): į jeknas (i), žarnas (k), inkstus (r), ir į abi kojas leidžia *šlaunių arterijos*.



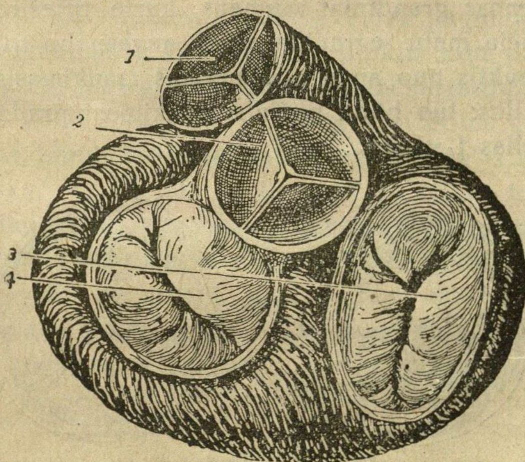
46 pav. Širdis ir svarbiausi indai. Arterijos pažymėtos skersiniais bruoželiais, vėnos—išilginiais; p-dešiniasis ir p_1-kairiasis prieširdžiai, s ir s_1-skilveliai, a-aorta, b-stuobo kapiliarai, c-žemutinė kiauravidurė vėna, d-kaklo arterijos, e-galvos kapiliarai, g-aukštutinė kiauravidurė vėna, i-jeknų arterija, k-brindų arterija, l-pilvelio ir žarnų kapiliarai, m-jeknų angos vėna, n-jeknų kapiliarai, o-jeknų vėna; r-inkstų arterija, t-inkstų kapiliarai, u-inkstų vėna, v-plaučių arterija, y-plaučių kapiliarai, z-plaučių vėnos. Strėlės rodo kraujo srovės kryptį. Apytikris vaizdas.

Aorta besišakodama, kaip medis, vis smulkyn subyra į daugybę plonučių arterijėlių, kurios dar toliau virsta kapiliarais, pasklydusiais po visą kūną. Šitais keliais į visas kūno dalis ateina šviesus (su deguonim) kraujas.

Iš kūno kraujas (su anglies dvideginiu) grįžta į dešinią širdies pusę vėnomis, būtent: *aukštutinė kiauravidurė* vėna surenka kraują iš viršutinės kūno dalies (44 pav. i ir 46 pav. g), *žemutinė kiauravidurė* vėna iš apatinės kūno dalies (46 pav. c), ir abi įeina į dešiniąjį prieširdį. Čia baigiasi didysis kraujo takas.

Dešiniasis skilvelis stumia tamsųjį kraują į *plaučių arteriją* (44 pav., g), kuri tuojau skiriasi į dvi šakas: kairioji šaka neša

kraują į kairiąjį plautį, dešinioji į dešiniąjį. Čia jos pamažu smulkėja ir virsta kapiliarais; pro juos kraujas atiduoda plaučiams anglies dvideginį, prisisunkia deguonies ir darosi šviesus. Iš plaučių šviesusis kraujas grįžta į kairiąjį prieširdį keturiomis *plaučių vėnomis* (44 pav., h): dviem iš kairiojo plaučio ir dviem iš dešiniojo. Tai yra mažasis kraujo takas. Kūno kapiliaruose šviesusis kraujas virsta tamsiu, o plaučių kapiliaruose tamsusis virsta šviesiu.



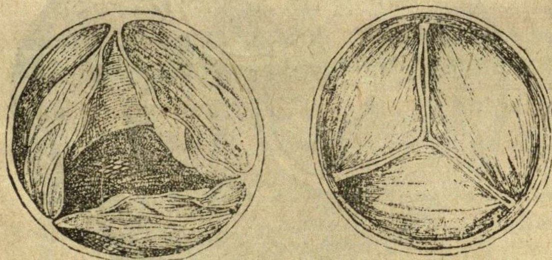
47 pav. Širdies skilveliai iš viršaus (prieširdžiai nupjauti). 1-vožtuvėliai atsidaro plaučių arterijos pusėn, 2-atsidaro aortos pusėn, 3-dešiniojo skilvelio pusėn, 4-kairiojo skilvelio pusėn.

Mums dar lieka išspręsti keli įdomūs klausimai. Pirma, kodėl skilveliams susitraukiant kraujas eina į arterijas, bet ne atgal į prieširdžius? Taip neatsitinka todėl, kad širdyje yra atatinkami prietaisai. Skylutės tarp prieširdžių ir skilvelių apsuptos plonomis, bet stipriomis jungiamojo audinio skiautėmis; vienu savo kraštu jos priaugusios prie skylutės briaunos, o pati skiautė palaida ir nukabusi skilvelyje. Skiautės netrukdo prieširdžiam stumti kraują į skilvelius; bet lyg skilveliai ima trauktis, skiautės pakyla aukštyn, kaip vėjo išpūstos burės, ir taip sklandžiai uždaro skylutę, jog nė vienas kraujo lašelis nebegali grįžti iš skilvelio į prieširdį (45 pav. ir 47 pav., 3 ir 4). Šitos skiautės vadinasi *širdies vožtuvėliai.* Kad vožtuvėliai užsidarydami ir kraujo slegiami neišsiverstų prieširdžio pusėn, juos prilaiko sausagyslės, vienu galu priaugusios prie vožtuvėlių kraštų, kitu — prie skilvelio dugno ir šonų.

Dabar klausimas, kodėl kraujas, kurį skilveliai susitraukdami išvarė į arterijas, nebegrįžta atgal į širdį, kada skilveliai ima plėstis? Čia irgi turime prietaisus. Aortos ir plaučių ar-

terijos angose yra kiek kitoki vožtuvėliai, kiekvienoje angoje po tris, kurie laisvai atsivožia arterijų pusėn ir nekliudo eiti kraujui; bet lyg tik kraujas mėgina grįžti į skilvelius, tie vožtuvėliai užsitrenkia, kaip durelės, aklinai (47 pav., 1 — 2 ir 48 pav.). Tai yra vadinami *arterijų vožtuvėliai.*

Pagaliau, kodėl susitraukiant prieširdžiams kraujas neina į vėnas, bet veržiasi į skilvelius? Vėnų angose vožtuvėlių, kaip kad arterijų angose, nėra; čia vožtuvėlius atstoja įdėti angų sienose grandiniai raumens, kurie prieširdžiams traukiantis tuo pačiu metu užraukia vėnų angas; be to, prieširdžiai pradeda trauktis nuo angų pusės ir tas traukimasis plečiasi tolyn į skilvelius: tuo būdu pačioje traukimosi pradžioje užsikerta kraujui kelias į vėnas.



48 pav. Aortos vožtuvėliai: 1 - pusiau atsidarę, 2 - užsidarę.

Abu prieširdžiai, kaip jau esam kalbėję, sutartinai varo kraują į skilvelius; tuojau po to sutartinai susitraukia abu skilveliai, prieširdžiai tuo pačiu metu atsileidžia ir išsiplečia; skilveliai, išvarę kraują į arterijas, irgi atsileidžia ir išsiplečia, tada ateina trumpas laikotarpis, kada visi keturi širdies skyriai pabūva išsiplėtę. Paskui vėl ima trauktis prieširdžiai ir vėl skilveliai ir taip toliau. Širdies skyrių susitraukimai, arba *širdies plakimas* tęsiasi ištisą žmogaus gyvenimą ir, jei žmogus sveikas, kartojasi 70—72 kartų minutėje. Vadinasi, vienam širdies suplakimui tereikia $^{60}/_{70}$, arba $^{6}/_{7}$ sekundės; iš to trumpo laiko prieširdžiams susitraukti išeina $^{2}/_{7}$ sekundės, skilveliams susitraukti $^{3}/_{7}$ sekundės, ir tik $^{1}/_{7}$ sekundės sugaišta širdis atsileisdama ir besiplėsdama. Tiek nuostabiai maža poilsio turi mūsų širdis!

Tvinksnis. Pridėję ausį prie kito žmogaus krūtinės (ties krūtinkaulio galu, kairėje), mes galime užgirsti du duslius garsus, arba širdies tonus: vieną ilgesnį ir duslesnį, kitą trumpesnį ir skaidresnį. Pirmasis tonas pasidaro nuo to, kad susi-

traukia skilvelių raumens ir užsitrenkia širdies vožtuvėliai, antrasis — nuo to, kad plečiantis skilveliams užsitrenkia arterijų vožtuvėliai. Jei kurie vožtuvėliai nesklandžiai užsidaro, tai jie praleidžia atgal šiek tiek kraujo, ir nuo to pakitėja širdies tonai. Tokios širdies ydos trukdo kraujo skriejimą ir, suprantama, kūno dalių mitimą ir yra neišgydomos pavojingos ligos.

Iš širdies, kaip jau matėme, kraujas teka į aortą ne lygia nuolatine srove, bet vilnimis, trūkčiodamas. Kiekviena vilnis akimirksnį paplečia arterijų sieneles, po to jos tuojau pagniūžta. Šitie pasiplėtimai ir pagniužimai, kartodamiesi po kits kito, prabėga dideliu greitumu, 9 metrų sekundėje, išilgai arterijų ir atsiliepia net tolimose kūno arterijose. Ten, kur arterijos guli negiliai, tuojau po oda, mums nesunku patirti tas arterijų tvinkčiojant. Savaime aišku, kad kiek kartų suplaka širdis, tiek kartų ir tuo pačiu akimirksniu sutvinksi arterija. Stipriai palietę (bet nesuspaudę) dešiniosios rankos nykščiu kairiosios rankos riešą, jos nykščio pryšakyje, mes galime suskaityti, kiek kartų minutėje plaka mūsų širdis. Tvinksnis lengva sučiupti ir kitose kūno paviršiaus vietose, pav., smilkinyje, ir laikant abu tvinksniai po pirštais galima įsitikinti, kad jie plaka vienu laiku.

Tvinksnio tankumas nevisada būna vienodas: miegančio žmogaus tvinksnis lėtesnis, kaip kad esti jam budint; stovinčio žmogaus tankesnis, kaip sėdinčio, ir sėdinčio tankesnis, kaip gulinčio. Pavalgius tvinksnis taip pat ima plakti tankiau. Kiekvienas stiprus jausmas, pav., pyktis, išgąstis, džiaugsmas, pagreitindamas širdies plakimą, patankina ir tvinksnį. Todėl visų sielos judesių (pykčio, meilės, neapykantos ir k.) priežastį žmonės nuo senų laikų mano širdyje esant, nors, iš tiesų sakant, jie pareina ne nuo širdies, bet nuo mūsų smegenų veikimo. Visokiems stipresniems kūno ir atskirų narių judesiams, kaip antai: bėgimui, imtynėms, gimnastikai ir t. t. tuojau atsiliepia tvinksnis, pagreitindamas savo plakimą; pav., bėgančio žmogaus tvinksnis muša 140—250 kartų minutėje. Pagaliau, tvinksniui daro įtakos mūsų kūno sveikatos būklė*).

*) **Tvinksnis.** Suskaitykit savo tvinksnį rankos rieše ir smilkiny. Ar sutampa?

Kaip patankėja tvinksnis, darant stiprius judesius, pav., bėgant, šokinėjant, einant?

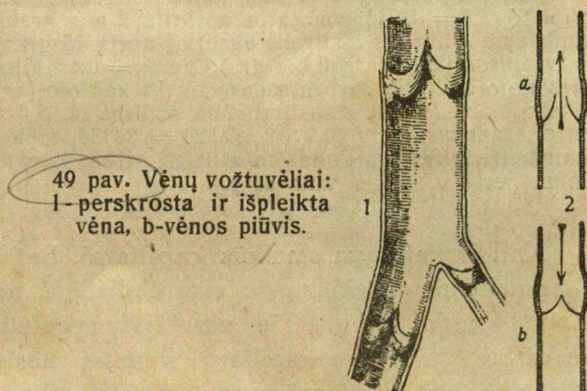
Kai kada kraujo srovė būna stipresnė, kai kada silpnesnė: vadinas, ir arterijų tvinkčiojimas gali būti stiprus ir silpnas. Visos šitos tvinksnio ypatybės, o taip pat širdies tonai leidžia pažinti, kaip darbuojasi mūsų širdis, ir apskritai numanyti, kokia yra žmogaus sveikata.

Kraujo srovės greitumas ir stiprumas. Vienu susitraukimu širdies skilvelis išvaro į arteriją 50—100 gr. kraujo; dirbant fizinį darbą, tas skaičius padidėja 2—3 ir net daugiau kartų. Kraują padeda stumti gniūžtančios arterijos. Kadangi širdis stumia kraują į arterijas gana stipriai, tai kraujagyslėse susidaro nuolatinis kraujo spaudimas; aortoje, pav., ir artimose arterijose jis yra didžiausias ir lygus spaudimui 150 mm. gyvasidabrio stulpelio. Didžiajame take tolstant kraujui nuo širdies, spaudimas eina mažyn ir kapiliarose nuslūgsta lig 35—45 mm.; mažosiose vėnose jis dar mažesnis ir didelėse (arti širdies) visai išnyksta. Suprantama bus, kodėl iš pažeistos arterijos kraujas trykšte trykšta. Todėl pažeisti arteriją yra labai pavojinga: žaizda nesusičiaupia ir negreit sugyja. Kad sustabdytume trykštantį kraują, reikia suspausti arterija aukščiau už pažeistos vietos (arčiau nuo širdies).

Arterijomis kraujas teka gana srauniai; pavyzdžiui, aortoje jis eina 500 mm. greitumu per sekundę, kaklo arterijoje 300 mm. per 1 sekundę. Taigi, kraujo srovės greitumas išilgai viso tako nėra vienodas: juo toliau nuo širdies, kraujas teka lėčiau. Besišakojant arterijoms jų bendra vaga darosi platesnė, ir kaip upės vanduo, kur platu, eina lėčiau, taip laibose arterijose kraujo srovės greitumas mažėja. Kada kraujas pakliūva į kapiliarų rezginį, jam tenka eiti vaga, kuri 400—500 kartų platesnė už aortos pradžią; todėl kapiliarais kraujas nueina vos 0,5—0,8 mm. per sekundę. Toliau, įeinant kraujui iš kapiliarų į vėnas, vaga pamažu vėl darosi siauresnė; tiktai ji siaurėja ne tokiais griežtais laipsniais, kaip kad siaurėja bendra arterijų vaga širdies linkui, nes vieną arterinę šakelę atatinka paprastai dvi vėninės, ir net į širdį kraujas grįžta, kaip mums žinoma, dviem vėnomis (aukštutine ir žemutine kiauravidurėmis).

Vėnomis kraujas teka ne trūkčiodamas, bet lygia srove; teka nors greičiau, kaip kapiliarais, bet vis tik lėčiau, kaip tokio pat storumo arterijomis, didžiosiomis vėnomis apie 200 mm. per sekundę. Jose jau silpnai bejaučiamas širdies veržimas.

Kas gi varo kraują vėnomis atgal į širdį? Daugiausia tai daro pati širdis, kuri siurbia kraują savo kiekvienu išsiplėtimu. Be to, yra kas ir padeda širdžiai: gniūžta bent kiek pačios storosios vėnos ir pastūmėja kraują; paskui, kada kvėpuojant plečiasi krūtinės dėžė, tai pasiplečia ir didžiosios vėnos, gulinčios krūtinėje, ir siurbia kraują iš smulkesnių vėnų. Pagaliau, čia turi svarbos ir raumenų darbas, kurie besitraukdami ir pastorėdami pamyga minkštas vėnų sieneles ir pastūmėja kraują tolyn. Taigi matome, kaip svarbu, kad visi mūsų raumens būtų veiklūs; dėlto neveiklių žmonių kraujas nerangiai teka ir kartais užsibūva induose, būtent, jis užsibūva vėnose, nuo ko dažnai atsitinka jų išsiplėtimas, kuris tada liekasi visą žmogaus amžių.



49 pav. Vėnų vožtuvėliai: I-perskrosta ir išpleikta vėna, b-vėnos piūvis.

Vėnomis kraujas teka vis ta pačia kryptim, širdies linkui. Atgal tekėti jo neleidžia įtaisyti viduje, vėnų sienelėse vožtuvėliai, panašūs į kišenes, kurie, tekant kraujui į širdį, esti prisiglaudę prie sienelių, bet lyg tik kraujas mėgina pasiduoti atgal, jie atsilapoja ir sulaiko kraują (49 pav.).

Nors kraujas teka kapiliarais labai palengva, tačiau jų sritį išeina labai trumpu laiku, per 1 sekundę, nes tas kapiliarų takas yra vos $1/2$ milimetro ilgumo.

Kad kraujo lašelis išeitų visą savo kelią, vadinas, pradėjęs nuo kairiojo širdies skilvelio, didžiuoju ir mažuoju taku grįžtų į kairiąjį prieširdį, tereikia 55 sekundžių laiko. Tą išvadą gauname tokiu aritmetikos samprotavimu. Širdies skilvelis išvaro kiekvienu suplakimu vidutiniškai 75 gr. kraujo, per minutę 75 gr. $\times$ 72, arba 5400 gr. Kadangi viso kraujo žmogus turi 5000 gr., tad visam kraujui, kol jis praeina vieną kartą pro skilvelį, tereikia (5000 : 5400) minučių, arba 55 sekundes. Taip skaičiuodami atrandame, kad kraujas per ištisą parą praeina pro širdį, arba apskrieja visą savo kelionės ratą 1570 kartų.

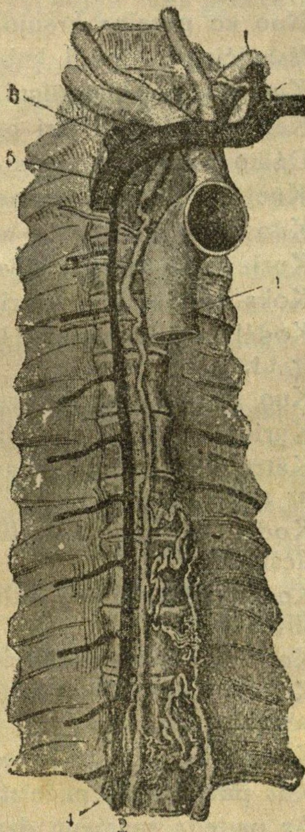
Nesunku išskaičiuoti, kad kiekvienas skilvelis per 24 valandas praleidžia po 7776 klg. kraujo. Toks yra tik vieno skilvelio darbas! Tačiau savo darbui abu skilveliai jėgų pavartoja nelygiai: dešiniajam skilveliui tenka varyti kraujas trumpesniu keliu (mažuoju taku); todėl jis kraują stumia į arteriją triskart mažesniu stiprumu, kaip dešiniasis. Bet vis tik jų abiejų kasdieninis darbas gali prilygti tam darbui, kurį įstengia nuveikti geras darbininkas tik per 1 valandą be poilsio. Atsiminę, kiek maža poilsio tegauna širdis, suprasime, koks nuostabus yra jos darbingumas!

Širdies nudirbtas per dieną darbas galima ir kilogramometrais apskaičiuoti, vartojant tokius samprotavimus. Kiekvienu susitraukimu kairiasis širdies skilvelis turi nugalėti kraujo spaudimą, lygų 150 mm. gyvsidabrio stulpelio, arba imant, kad kraujas 13,6 kartų lengvesnis už gyvsidabrį, spaudimą 150 × 13,6 =) 2040 mm., arba apskritai 2 mtr. kraujo stulpelio. Vienu suplakimu kairiasis skilvelis išmeta į aortą 75 gram., arba 0,075 klg. kraujo, vadinasi, jis padaro 0,075 gr. × 2 mm. = 0,15 kilogramometrų darbo. Dešiniojo skilvelio darbas sudaro tik 1/3 kairiojo, arba 0,05 klg. mtr. Taigi, abu skilveliai vienu susitraukimu nudirba (0,15 + 0,05 =) 0,2 kilogramometro ir per visą parą (0,2 . 72 . 60 . 24 =) 20736, arba apskritai 21000 kilogramometrų. Tai yra kone 1/10 dalis to darbo, kurį nuveikia vidutinis darbininkas per 7 valandas (žiūr. 36 p.).

Limfa. Kad ir kaip yra smulkūs kapiliarai, bet vis tik jie visų kūno narvelių nepasiekia, prie visų neprieina, nes kiti guli nuošaliai nuo kraujo kelių. Tie narveliai negalėtų gyvi išlikti ir darbo dirbti, jeigu pro kapiliarų sieneles nesisunktų kraujo plazma ir netiektų jiems gaivinamo maisto. Šitas šviesus giedrus skystis, kurs srovena pamažėle organų tarpeliais ir audinių plyšiais ir kurs apiplauna visus narvelius, yra pavadintas *limfa*. Jei kam teko nusidegti ranka arba matyti kitas žmogus nusidegęs, tas žino, kad nudegimo vietoje iššoka pūslė, pilna skystimo; tas skystimas yra ne kas kita, kaip limfa. Limfa tuo skiriasi nuo kraujo, kad joje nėra raudonųjų rutulėlių, nes jie pro kapiliarų sieneles išeiti negali; bet joje yra baltųjų rutulėlių. Kadangi kraujo plazma be paliovos sunkiasi iš kapiliarų į audinius, tai atlikusi savo uždavinį ji be paliovos turi būti grąžinama kraujui, kad jos perdaug neprisirinktų audiniuose. Grįžta ji tačiau į kraują naujais kitokiais keliais.

Audinių tarpeliuose prasideda tam tikri vamzdeliai, kurie suima liekamąją limfą. Vamzdeliai, būdami smulkučiai, susiraizgo panašiai, kaip smulkieji kraujo indeliai, sudarydami ištisus rezginius mūsų kraujo organuose. Toliau jie susilieja į

storesnius vamzdžius ir pagaliau dviem liemenimis žąsies plunksnos storumo įeina į abi raktakaulių vėnas (50 pav.,—3): dešiniasis liemuo surenka limfą iš galvos dešinios pusės, dešinios rankos ir krūtinės organų dešinios pusės, kairiasis liemuo — iš kitų kūno dalių. Vamzdžiai, kuriais teka limfa, vadinasi *limfos indai*; jais limfa grįžta į kraują. Kad limfa negalėtų tekėti atgal, jos indų sienelėse įtaisyta labai tankiai vožtuvėlių,



50 pav. Didysis limfos liemuo: 1-aorta, 2-limfos liemuo, 3-liemens santaka su kairia raktakaulio vėna, 5-aukšt. kiauravidurė vėna, 4, 6, 7-kitos vėnos.

panašių į vėnų vožtuvėlius, kurie atsidaro tiktai vienon pusėn. Indais tekėti limfai padeda raumens, kurie susitraukdami pamyga indus ir pastūmėja limfą; ją veržia taip pat besisunkianti be paliovos iš kapiliarų plazma.

Vietomis limfos induose atsitinka gumulų žirnio didumo, kur susieina ir iš kur išeina indų šakelės; tuos gumulus vadina mazgais, arba *limfos liaukomis*. Jos yra sudarytos iš jungiamojo audinio ir turi didelės reikšmės mūsų organizmui, nes jose atsiranda naujų baltųjų kraujo rutulėlių ir, kaip spėjama, jose pa-

kitėja limfos sudėtis. Limfa, išeidama iš tų mazgų, neša baltuosius rutulėlius į kraują. Didžiausioji limfos liauka yra *blužnis*; tai yra organas melsvai raudonos spalvos, pupos pavidalo, gulįs arti pilvelio kairioje pusėje (43 pav., — 14). Patirta, kad ir raudonųjų rutulėlių dalis ateina į kraują iš blužnies.

Klausimai.

1. Koks yra kraujo uždavinys mūsų kūne?
2. Nuo ko pareina kraujo spalva?
3. Išskaičiuoti, kiek 1 kub. centim. yra baltųjų rutulėlių?
4. Kuo yra svarbūs kūnui raudonieji rutulėliai?
5. Kokios reikšmės turi baltieji rutulėliai?
6. Dėlko išleistas kraujas sukreša?
7. Kuo kraujarasė (serumas) skiriasi nuo plazmos?
8. Kuo skiriasi arterijos nuo vėnų?
9. Kurie indai prasišviečia odoje?
10. Koks kraujas yra arterinis, koks vėninis?
11. Kodėl netinka varžyti kūno nariai diržais, keliaryšiais ir t.t.
12. Kuo skiriasi didysis kraujo takas nuo mažojo?
13. Kuriomis arterijomis eina tamsusis kraujas?
14. Katrų širdies skyrių darbas yra sunkesnis, prieširdžių ar skilvelių?
15. Kodėl kairiojo skilvelio sienos yra storesnės, kaip dešiniojo?
16. Kodėl susitraukiant skilveliams kraujas negrįžta į prieširdžius?
17. Kodėl išsiplečiant skilveliams kraujas negrįžta iš arterijų?
18. Kodėl susitraukiant prieširdžiams kraujas negrįžta į vėnas?
19. Kodėl širdis be paliovos dirbdama nepailsta?
20. Kas pavojingiau pažeisti, arterija ar vėna?
21. Ar padeda raumenų darbas kraujui skrieti?
22. Kodėl kraujas teka vis ton pačion pusėn?
23. Kur kraujas teka greičiau, storomis ar plonomis arterijomis?
24. Kiek kartų širdžiai tenka suplakti, kol praeina pro ją visas žmogaus kraujas?
25. Dėlko atsitinka, kad kraujas sustoja vėnose?
26. Kuo limfa skiriasi nuo kraujo?
27. Kodėl kūnas miršta, kai sustoja kraujas?

V. Virškinamieji organai.

Kūno audinių gyvybę palaiko kraujas; bet kraujas, atiduodamas maistingąsias medžiagas audiniams, pats jų nebetenka ir, kad galėtų toliau savo pareigas eiti, turi nuostolius atlyginti iš maisto, kurį mes kasdien valgome. Todėl be maisto žmogus ilgai gyventi negali. Jei žmogui tenka badauti, tai kraujas maistingųjų medžiagų narveliams imasi pradžioje iš riebalų ir baltymų: pirma ima nykti sukrauti po oda ir tarp raumenų riebalai, toliau eina menkyn raumens ir net kraujo pamažėja bent kiek. Bet svarbiausieji organai, širdis ir smegens, žmogui badaujant, beveik visai nesikeičia; tais organais — ypatingai rūpinasi kraujas. Badaująs organizmas pamažu eina liesyn ir menkyn ir, lyg tik atsarginės medžiagos išsieikvoja, kraujui nebelieka kas semia, ir kūnas, nustojęs arti pusės savo svorio, miršta.

Narveliams maisto kraujas tiekia skysčių pavidalo, tad ir pats jis turi gauti tokio pat pavidalo medžiagų iš valgomųjų daiktų. Pažiūrėję gi į patiektus valgius, matome, kiek nepanašūs jie savo vaizdu į mūsų kraują. Iš įvairių įvairiausių valgių reikia ištraukti tinkamos audiniams misti medžiagos ir paversti jos kraujo sudedamomis dalimis. Maisto keitimas skystomis medžiagomis, kurios tiktų kraujui, vadinasi *virškinimas;* organai, kurie tą keitimo darbą atlieka, vadinasi *virškinamieji organai,* o kelias, kuriuo eina keičiamasis maistas, — *virškinamasis vamzdis.*

Maistas. Suprantama, kad mūsų maiste turi būti visų tų medžiagų, iš kokių yra susidėję kūno audiniai, ir dar tokių medžiagų, kurios bekisdamos duoda kūnui šilimos ir jėgų.

Didžiausią kūno svorio dalį sudaro *vanduo,* būtent 59%. Jo daugiausia turi kraujas ir kiti kūno skysčiai, jo prisisunkę visi audiniai, be jo nebūtų galima maisto medžiagos paversti skysčiais, ir jos negalėtų įsisunkti į kraują. Matome, vanduo

yra reikalingiausia kūnui medžiaga; ir tikrai, žmogus ilgiau gali kentėti badą, negu būti be vandens.

Antroji kūno sudedamoji dalis yra *baltymai*. Šitų medžiagų pavyzdžiu gali būti kiaušinio baltymas. Baltymų yra visuose audiniuose, ypač daug raumenyse, kraujyje ir smegenyse; iš viso jų skaitoma 15%. Toliau eina medžiagos (5%), kurios virinamos vandenyje duoda drebučius, arba *klijus*. Jų yra daug jungiamajame audinyje, raiščiuose, gyslose, paskui kauluose ir kremzlėse; ir tikrai, buvo jau minėta, kad klijų žmonės gaminas iš kaulų ir kremzlių. Ketvirtoji kūno sudedamoji dalis yra *riebalai* ($2^1/_2$%). Jų mes randame lašinių pavidalo daugiausia po oda, aplink inkstus, jų yra tarp raumenų ir kitur. Pagaliau mūsų kūnas turi *mineralinių medžiagų* visokių druskų pavidalo, pav., kraujyje yra valgomosios druskos, kauluose — anglinių ir fosforinių druskų. Negaudami jų kiek reikiant augą kaulai darosi minkšti ir iškrypsta; nors jų maža tėra maiste, bet visiška jų stoka organizmui kenkia.

Alkanas žmogus labiau junta šaltį, kaip sotus; mes būdami sušalę, kai sočiai pavalgome kad ir šalto maisto, netrukus atsigriebiame, nes mūsų kūnas apšyla. Taip pat gerai žinome, kad prastai mintąs žmogas yra silpnesnis, blogai darbą dirba ir greit pailsta; atvirkščiai, sočiai valgančio žmogaus jėgos ir darbo našumas didesni. Vadinas, maistas turi mums dvejopos reikšmės: pirma, iš jo yra gaminamos medžiagos gyviems narveliams maitinti ir naujiems kurti ir, antra, maistas eina kūno šilimai palaikyti tr darbo jėgai gauti. Tą pat patvirtino įvairūs bandymai: vienos sudedamosios maisto dalelės (p. baltymai) papildo audinių nuostolius, kitos (p. riebalai) šilimą palaiko.

Maistingųjų medžiagų mes turime iš augalų ir gyvulių. Visos jos yra įvairiomis dalimis ir būdais maišytos iš vandens, baltymų, riebalų ir kita. Baltymų daug turi gyvulių mėsa, kiaušiniai, pienas, ankštinių augalų sėklos, riebalų — visoki aliejai, sviestas, lašiniai, kiaušinio trynys. Bulvės ir augalų sėklos (grūdai) duoda, beto, skrobylo (krakmolo) ir vaisiai — cukraus. Šios pastarosios medžiagos, vad. angliavandeniai, eina ypač šilimai ir raumenų darbui palaikyti. Tokiu būdu, organinį žmogaus maistą sudaro trys jo rūšys: baltymai, riebalai ir angliavandeniai.

Mokslininkai daug kartų yra bandę gyvulius, penėdami visokiomis medžiagomis ir paskui juos sverdami. Tie ban-

dymai parodė, kad gyvuliai maitinami kuria nors viena organine medžiaga eina liesyn ir pagaliau gaišta, bet jie išlieka gyvi ir sveiki, jei jiems duodama baltymų ir dar kurios nors kitos medžiagos. Taigi, baltymai yra privaloma organizmui maisto medžiaga, kitos gi, riebalai ir skrobylas, turi vienodos reikšmės ir gali būti vienos kitomis pakeistos. Ir tikrai, mėsėdros gyvuliai apsieina be skrobylo (ir cukraus), pavaduodami jį riebalais, o žolėdros gyvuliai — be riebalų, kurių nėra arba visai maža žolėje, pavaduodami juos skrobylu.

Paduota žemiau lentelė parodo, kiek procentų visų trijų maisto rūšių yra paprasčiausiuose mūsų valgymuose.

	Nr.	maisto dalykai	baltymai	riebalai	angliavand.	nevirškin. dalys	vanduo	kalorijos
gyvulinis maistas	1	jautiena riebi	19	25	—	0,5	55,5	310,4
	2	jautiena liesa	21	4	—	1	74	
	3	kiauliena	18	21	—	0,5	60,5	
	4	kumpis	25	36	—	1	38	
	5	vištiena	21	1	—	0,5	77,5	
	6	žuviena	18	5	—	0,5	76,5	
	7	kiaušiniai	14	11	0,6	1	73,4	
	8	pienas	3,4	3,6	4,8	0,8	87,4	
	9	grietinė	2,5	30	3	0,5	64	
	10	sūris liesas	33	8	2	5	52	
	11	sūris riebus	28	30,5	2,5	4	35	
	12	sviestas	0,5	84	0,5	2	13	
	13	taukai	—	98	—	—	2	
augalinis maistas	1	rugienė duona	6	1	50	2,5	40,5	
	2	pyragas	7	1	52	1,5	38,5	
	3	žirniai	23	2	52	8,5	14,5	
	4	ryžių kruopos	7	0,5	76,5	2	14	
	5	bulvės	1,5	—	21	2	75,5	
	6	daržovės	1	—	7	3	89	
	7	kopūstai	1	0,5	5	1,5	92	
	8	grybai	3	0,4	5	1,5	90,1	
	9	vaisiai	0,5	—	13	2,5	84	
	10	riešutai	17	63	7	8	5	
	11	aliejus	—	99,5	—	0,5	—	
	12	cukrus	—	—	99,5	0,5	—	
	13	alus	0,5	4 spirit	4	—	91,5	

Bandymais patirta (Voit), kad suaugęs žmogus, sveriąs 70 klg. ir vidutiniškai dirbąs, prisivalo kasdien tokio maisto:

baltymų	118	gramų
riebalų	56	„
angliavand.	440	„
druskos	20	„
vandens	2700—2800	„
iš viso apie	3200—3300	gramų.

Nė vienas maisto dalykas, nors būtų sočiausias, nėra susidėjęs iš baltymų, riebalų ir angliavand. tuo santykiu, kaip čia parodyta. Todėl aišku, kad geriausias mums maistas yra maišytinis, patiektas iš įvairių gyvulinių ir augalinių produktų. Beto, jis turi būti lengvai virškinamas ir skanus. Gyvulinis maistas, kaip patirta, yra maistingesnis (sotesnis) ir lengviau virška. Žmogui, kurs maitinasi vienu augaliniu maistu, tenka jo vartoti daugiau, kad turėtų tokios pat naudos, kaip iš mažesnio kiekio gyvulinio maisto.

Maisto kaloringumas. Tik tokiu kasdieniniu maistu mes galime tenkintis, kurs sudegdamas pakankamai duoda jėgos mūsų kūno procesams palaikyti ir darbui dirbti.

Patirta, kad suaugęs žmogus kiekvienam savo svorio kilogramui prisivalo per 24 valandas:

jei nieko nedirba,	(32—36)	vidutiniškai 34	didž. katorijų (šil. vienetų)*),
jei dirba lengvą darbą,	(36—45)	„ 40	„ „ „ „
jei dirba sunkiau,	(50—70)	„ 60	„ „ „ „

Taigi, suaugusiam žmogui, sveriančiam 70 klg., reikia per visą parą nedirbančiam (34 kal. × 70 =) 2380, arba apskritai 2400 kal., ir dirbančiam (40 k. × 70 =) 2800 kal. Iš kur tie šiliminiai vienetai susidaro? Mokslininkas Rubneris tvirtina, kad žmogus, vartodamas maišytinį maistą,

iš 1 gram. baltymų,	sudegusių kūne, gauna	4,1 did. kal..
„ 1 gram. riebalų	„ „ „	9,3 „ „
„ 1 gram. angliavand.	„ „ „	4,1 „ „

Turint šiuos davinius, mums nesunku apskaičiuoti aukščiau paduotojo dienos maisto kaloringumas, antai:

4,1 kal. × 118 (gr. baltymų)	=	487,8 kal.,
9,3 „ × 56 (gr. riebalų)	=	520,8 „
4,1 „ × 440 (gr. angl.)	=	1804 „
iš viso		2812,6 kal.

Maistingųjų medžiagų kiekis, iš kurių susideda mūsų kasdieninis maistas, gali žymiai svyruoti, svarbu tik, kad jose būtų pakankamai paslėptos energijos. Lengvai dirbąs žmogus gali, pav., tenkintis ir tokiu maisto daviniu: 90 gr. baltymų, 60 gr. riebalų ir 460 gr. angliavandenių, nes jame kaip tik yra būtiniausias 2800 kalorijų kiekis. Iš to mums aišku, kodėl įvairių luomų, tautų ir rasių žmonės, kurie laisvai pasirenka sau valgį, gali maitintis labai nevienodu maistu, būti sveiki ir ilgai gyventi.

Jei keičiasi žmogaus gyvenimo būdas ir sąlygos, tai turi, suprantama, keistis ir jo maisto kiekis. Raumeninis darbas, kad organizmas nelystų ir nemenkėtų, reikalauja atatinkamai daugiau maisto; augąs organizmas irgi prisivalo daugiau, ypač statybinės medžiagos, baltymų. Jei oro tem-

*) Didžioji kalorija yra tas šilimos kiekis, kurs 1 kilogramo vandens temperatūrą pakelia vienu laipsniu.

peratūra žema, žmogui tenka eikvoti nemaža kūno šilimos ir todėl jis turi ją atpildyti daugiau valgydamas, ypač riebaus maisto.

Žmogaus organizme 1 didž. šilimos kalorija gali virsti 83 kilogramometrais darbo. Kaip aukščiau kalbėjome, kad ir nedirbančio žmogaus vien vidaus procesams palaikyti reikia 2400 kal. Bet jei žmogaus suvalgytas maistas davė daugiau kalorijų, pav. 2800, tai visas perteklius 400 kal. galima paversti darbu ir gauti 83 klg. mtv. $\times$ 400 $=$ 33200 klg. mt. Atvirkščiai, žinant nudirbsimą darbą, nesunku apskaičiuoti reikalingas maisto davinys.

Vitaminai. Kad žmogus normaliai augtų ir būtų sveikas, be žinomų jau maisto medžiagų: baltymų, riebalų ir kitų, prisivalo dar vadinamų *vitaminų*. Nors jų kiekis valgomuose produktuose labai menkas ir matuojamas miligramais ir net mažesniais svoriais, bet ir to žmogui užtenka; visiška gi jų stoka, kad ir prie sočiausio valgio, skaudžiai atsiliepia organizmui: žmogus silpnėja, pasiduoda įvairioms ligoms ir pagaliau gali prastai baigti.

Mokslui žinomos kelios skirtingos vitaminų rūšys. Negaudamas vienų vitaminų, žmogus suserga akimis, be kitų — nervų uždegimu ir paralyžiais, be trečiųjų — skorbutu. Maži vaikai, negaudami dar vienos rūšies vitaminų ir augdami be saulės spindulių, serga angliškąja liga. Jei žmogus retai suserga šiomis ligomis, tai tik dėl to, kad pakankamai gauna vitaminų iš paprastųjų valgomųjų produktų: gyvulinių riebalų, žuvų taukų, smegenų, inkstų, jeknų, kiaušinių, sviesto, pieno produktų, sėlenų, sodo vaisių, (ypač citrinų ir apelsinų), daržovių (ypač pamidorų ir morkų).

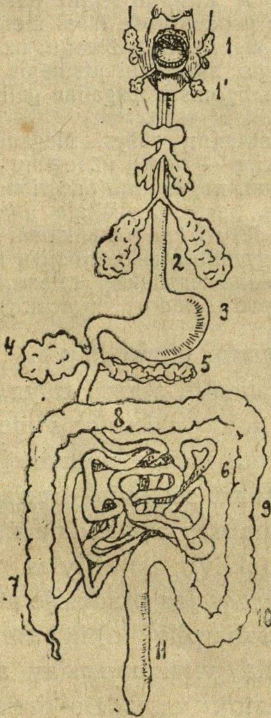
Bendra virškinamųjų organų apžvalga. Virškinamasis vamzdis turi prietaisų maistui malti, stumti tolyn, laistyti sultimis, kad jis pakitėtų, ir galutinai pakitusioms medžiagoms siurbti į kraują. (51 pav.). Paimtą maistą dedame į burną; čia jį sumalame dantimis ir aplaistome seilėmis, kurias gamina tam tikros liaukos. Iš burnos maistas nusileidžia žemyn vamzdžiu, vadinamu *stemple*, į *pilvelį* (skilvį); aplaistytas pilvelio sultimis maistas pakliūva į *laibąją žarną*. Jos pradžioje atsidaro angos dviejų didelių liaukų—*jeknų* (šalia pilvelio) ir *kasos* (po pilveliu), kurios kiekviena irgi leidžia virškinamąsias sultis. Laiboji žarna yra ilgiausioji virškinamojo vamzdžio dalis: jos ilgumo apie $4^1/_2$—5 metrus; todėl ji daug kartų susimetusi kilpomis, kad tilptų pilve. Laiboji žarna leidžia savąsias virškinamąsias sultis. Iš pakeisto tomis visomis sultimis maisto kraujas pro žarnos sieneles siurbia reikalingas sau medžiagas. Kas lieka dar neįsiurbta, eina toliau į storąją žarną, vadinamą *vėdarinę*. Čia siurbimas pasibaigia, ir liekanos, kraujo nesuvartotos, išeina laukan vėdarinės žarnos galu, vadinamu *sėdimąja žarna**). Visas virškinamasai vamzdis yra 7 kartais ilgesnis už žmogaus stuobą**). Pilvelis, jeknos, kasa, žarnos ir visa, kas

*) Įsižiūrėkit su atidžia į 46 paveikslėlį ir paskui parodykit, kuriame daikte yra jūsų pilvelis, jeknos, blužnis ir akloji žarna.

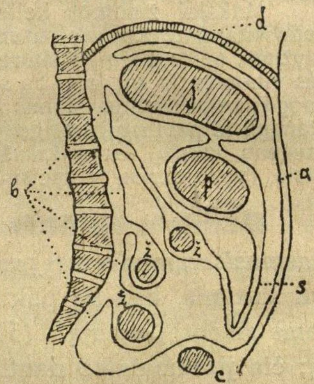
**) Avies 26 kartais, karvės 20 k., šuns 5 k., katės 4 k.

su jais yra draugėje, vadinasi pilvo viduriai. Šitą pilvo ertmę, kur įdėti viduriai, aklinai skìria raumeninga plėvė, vadinama *dangomis,* nuo aukštutinės ertmės, kur yra plaučiai ir širdis.

Dabar pažiūrėkime, kaip yra sudarytas virškinamas vamzdis, ir kokiu būdu maistas juo smunka tolyn. Jo sienos susidėjusios iš trijų nevienodų sluoksnių: viršutinis sluoksnis jungiamojo audinio, vidurinis raumeninis ir vidaus sluoksnis — glei-



51 pav. Apytikris maitinamųjų organų vaizdas: 1-seilių liaukos, 2-stemplė, 3-pilvelis, 4-jeknos, 5-kasa, 6-laiboji žarna, 7—10 vėdarinė žarna, 11-sėdimoji žarna, 12-plaučiai.



52 pav. Pilvaplėvė: d-dangos, j-jeknos, ž-žarna, c-šlapimų pūslė, a-pilvaplėvė, b-brindos, s-isnauja.

vingoji plėnelė. Visa pilvo ertmė išklota jungiamojo audinio plėve, vadinama *pilváplėve;* nuo ertmės užpakalinių sienų pilvaplėvė kai kur atstoja ir apvilkusi visus pilvo vidurius: pilvelį, žarnas ir kitus ir suaugusi su jų paviršium vėl grįžta iš kitos pusės prie pilvo sienos (52 pav.). Tas organų apvalkalas yra kaip tik mūsų sakytas viršutinis jų sluoksnis. Virškinamąjį vamzdį, tokiu būdu, prilaiko vietoje ir jungia prie užpakalinių

pilvo ertmės sienų pilvaplėvės dvilinkos raukšlės, vadinamos *brindos*; jos tačiau leidžia virškinamajam vamzdžiui judėti ir smukinėti. Brindomis eina į vidurius kraujo ir limfos indai. Nuo pilvelio apatinės briaunos nukarusi plati brinda, vadinama *isnaujà*, kuri lyg priejuostė dengia visas žarnas; isnaujos sienose guli daug kraujo indų, pagal kuriuos neretai susikaupia storas riebalinio audinio sluoksnis.

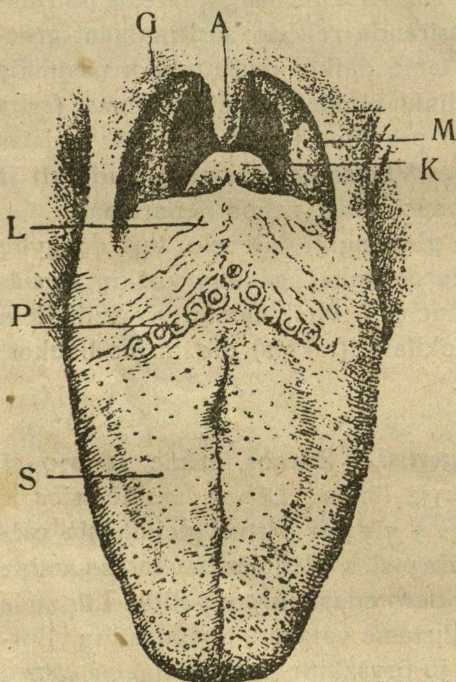
Vidurinio sluoksnio raumeninės skaidulos eina — vienos išilgai virškinamojo vamzdžio, kitos apsupa jį grandimis. Susitraukiant išilginėms skaiduloms, virškinamasis vamzdis patrumpėja savo dalyse, kur tam atsiranda reikalo; susitraukiant grandinėms skaiduloms, vamzdis tame daikte pasiaurėja ir pastumia maistą tolyn. Kadangi grandinių raumenų susitraukimas (arba peristáltika) eina vilnimis nuo pradžios į galą, tai visas maistas pamažėle smunka ta kryptim. Vamzdžio raumens sudaryti iš lygiųjų skaidulų ir jų darbas nuo mūsų valios nepareina.

Vidaus sluoksnis, arba gleivingoji plėnelė, turi daugybę mikroskopinių liaukučių, kurių narveliai gamina virškinamąsias sultis. Be šitų smulkių liaukučių, į virškinamąjį vamzdį lieja savo sultis tam tikrais vadokliais (takais) didžiosios liaukos: seilių liaukos, jeknos ir kasa.

Burna ir jos organai. Burnos ertmę sudaro iš abiejų šonų skruostai ir priekyje lūpos. Lūpos susidėjusios iš raumenų ir odos, kuri įsiriečia į vidų ir virtusi gleivingąja plėnele iškloja visą burną. Gleivingosios plėnelės liaukutės gamina gleives, kurios suvilgo burną ir daro maisto kąsnelį slidų. Lūpomis mes čiulpiame, geriame ir pažįstame valgymų temperatūrą. Burnos viršų vadiname gomuriu; jo pryšakinę dalį, vadinamą *kietąjį gomurį*, sudaro viršutinių žandų ataugos ir toliau gomuriniai kaulai, iškloti minkštomis dalimis. Toliau į užpakalį, kietojo gomurio tęsinyje yra tiktai minkštos dalys, todėl jis vadinas *minkštasis gomurys*. Nuo jo abiem pusėm nusileidžia po dvi raukšles, arba po du gomurinius lankelius, o nuo vidurio nukaręs liežuvėlis (arba momuolis) (53 pav.). Skylė, po kuria maisto kąsnelis iš burnos smunka toliau, vadinasi *žiotis*. Abiem jos pusėm, tarp lankelių, glūdi po vieną apskritą liauką, *migdoliną*, kurių gleivės padeda sklandžiau smukti ryjamam kąsneliui.

Burnos dugne guli raumeningas organas, liežuvis, prisegtas prie apatinio žando ir pašakniu prie riesto kaulo, kurio dar nesam minėję, prie *liežuvio kaulo*. Liežuvis susidėjęs iš raumeninių pluoštų — išilginių, skersinių ir statinių, kurių dėka jis visaip gali keisti savo lytį ir yra labai judus.

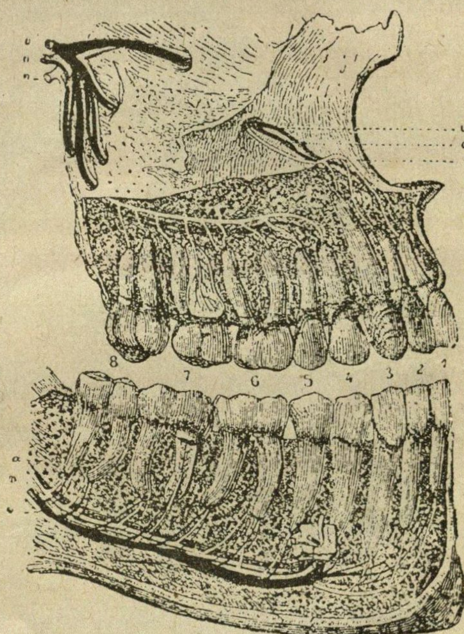
Burnoje kietą maistą sukramtome dantimis ir aplaistome seilėmis. Dantys įsodinti žandų duobutėse dviem eilėm, viršutine ir apatine. Viršutinių žandų dantys visai panašūs į apatinio žando dantis, o vienos pusės dantys—į kitos pusės; todėl



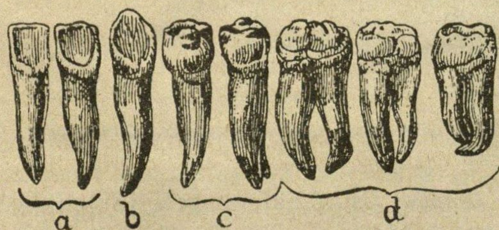
53 pav. Liežuvis ir ryklė: L-liežuvio pašaknys, S-siūliniai speneliai, P-pūpsomieji speneliai, K-gerklų dangtelis, A-liežuvėlis, M-migdolina, G-minkštasis gomurys.

užtenka susipažinti su vienos katros žando pusės dantimis, tada žinosime ir visus kitus (54 pav.). Pryšakyje kyšo pora dantų aštriomis viršūnėmis, vadinamų *kaplių*, panašių į kaltelį: tais dantimis mes piauname maistą, pav. obuolį. Toliau greta stovi smailus dantis, panašus į vinį, vardu *iltis;* ja mes draskome kietą maistą. Labai ilgas iltis turi mėsėdros gyvuliai, pav., katės. Už ilties toliau eina penki *krūminiai* (arba krėsliniai) dantys bukiomis grubluotomis viršūnėmis. Pirmieji du krūminiai, arba akiniai dantys tuo skiriasi nuo kitų trijų «tikrųjų» krūminių, kad turi po vieną šaknį, tikrieji gi — po dvi ir net po

tris šaknis (55 pav.). Krūminiais dantimis mes malame maistą, kaip girnomis. Taigi, vienoje žando pusėje turime 8 dantis, o iš viso jų suaugęs žmogus turi 8 × 4, arba 32. Vaiko lig 7 metų amžiaus tėra 20 laikinių dantų, tikrųjų krūminių dar nėra. Paskiau tų dantų šaknis pamažu ištirpdo baltieji rutulėliai, ir po jais tuo pačiu metu ima rastis nauji nuolatiniai dantys ir



54 pav. Apatiniai ir viršutiniai dantys: 1—2-kapliai, 3-iltiniai, 4—8-krūminiai; baltieji siūleliai — dirksniai, juodieji—kraujo indai.

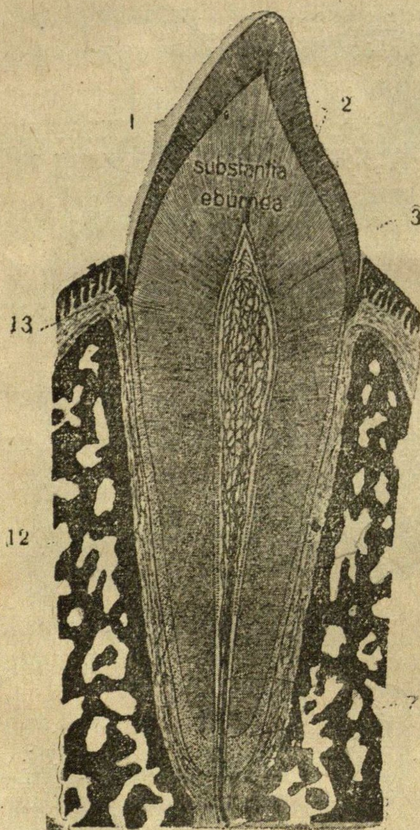


55 pav. Dantų rūšys: a-kapliai, b-iltis, c-d-krūminiai; danties vainikėlis, danties šaknis.

besikeldami išstumia laikinius. Paauguoliams dar trūksta keturių galinių krūminių, kurie prasikala tarp 20—30 metų amžiaus, o kai kada visai nepasirodo.

Apatinis danties galas, įsmigęs kaule, vadinasi šaknis, viršutinis kyšąs ore — vainikėlis, o jų tarpas dantenomis apklotas — kaklelis. Pats dantis susidėjęs iš kietų medžiagų, o vidurys jo kiauras (56 pav.); ta kiauruma pripildyta jungiamojo au-

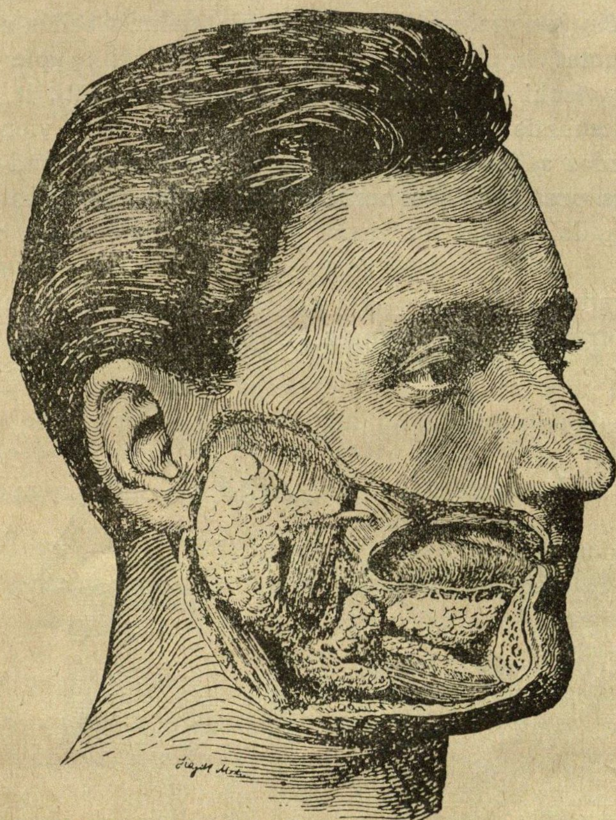
dinio, vadinamo *danties minkštimo*, į kurį pro šaknies galą ateina dirksnis ir kraujo indelis; jie čia tankiai išryzga. Minkštimas iš visų pusių aptrauktas storu sluoksniu tvirtos ir kietos medžiagos, panašios į kaulą ir vadinamos *danties medžiaga* (arba dentinu); ji skersai sluoksniuota ir nors kietesnė už kaulą, bet trupesnė. Danties šaknis paviršium apklota plonu sluoksniu tikrojo kaulo, vadinamo *danties cemento*, o vainikėlis — labai



56 pav. Ilties išilginis piūvis. 1-danties vainikėlis, 13-kaklelis, 12-šaknis, 2-ėmalis, 7-danties cementas, 3-minkštimas, aplink jį danties kaulas; į dantį iš apačios įeina dirksnis ir kraujo indas.

kieta blizgančia medžiaga, *ėmaliu*: jis rėžia net geležį ir stiklą; kaklelyje ėmalis su cementu susiduria. Ėmalis, kad ir labai kietas, bet trupus ir nuo staigių šalčio ir šilimos atmainų skyla. Rūkštelės, kurios darosi iš maisto liekanų, pro ėmalio plyšelius įsisunkia lig dentino ir per ilgatį išėdę jį pasiekia minkštimą: tada pradeda dantį skaudžiai gelti. Bakterijos, kurių atsiranda neplaunamoje burnoje ir tarp nešveičiamų dantų, irgi nemažai juos gadina. Iš to aiškus reikalas šveisti dantys milteliais po kiekvieno valgymo.

Juo smulkiau mes sukramtome maistą, juo geriau jo dalelės susimaišo su seilėmis. Seiles gamina tam tikros liaukos; jų yra trys poros: viena pora, didžiųjų, guli už apatinio žando, arti ausų, antra — po apatiniu žandu ir trečia — po liežuviu (57 pav.). Seilės pirma susirenka liaukų vamzdeliuose, paskui



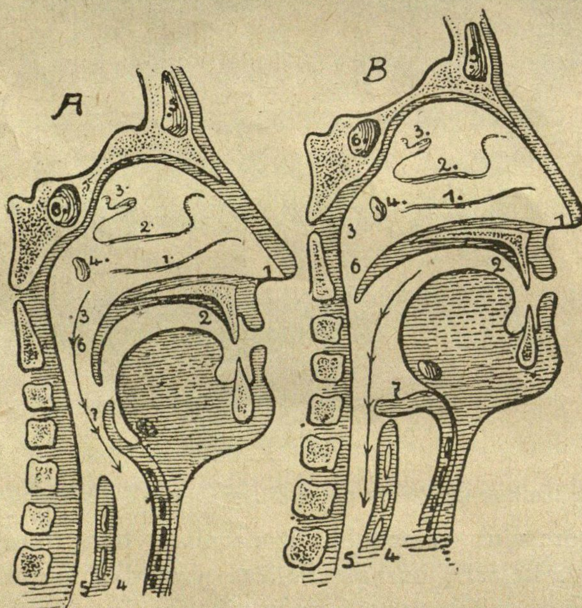
57 pav. Seilių liaukos (iš kairės po eilei): prieausio, pažandės, paliežuvės.

nuteka į storesnius vamzdelius ir pagaliau tam tikrais vadokliais pamažu liejasi į burną. Seilėse yra daugiausia vandens, paskiau gleivių ir ypatingo fermento*) *ptialino*, kurs skrobyli-

*) **Fermentais** vadina sudėtingas medžiagas, kurios įmaišytos kitoje organinėje medžiagoje sugeba keisti jos sudėtį ir nuostabiai pagreitina jos kitimą; pats fermentas į pakitusių produktų sudėtį neįeina, bet išlieka skyrium koks buvęs, todėl nesusivartoja ir gali vėl eiti į darbą. Įdomu, kad menka fermento dalelė pajiegia pakeisti kelius šimtus tūkstančių tokių dalių kitos medžiagos. Reikia dar pažymėti, kad atskiras fermentas veikia tik vieną kurią medžiagų rūšį, atseit, kuris veikia skrobylą, tas neveikia nei baltymų, nei riebalų, arba kuris veikia baltymus, tas neveikia skrobylo nei kitos medžiagos. Fermentams veikti tinkamiausia yra žmogaus kūno temperatūra.

nes maisto medžiagas keičia cukrumi, vadinaš, tokia medžiaga, kuri vandenyje lengvai tirpsta. Kiekvienam teko patirti, kad ilgai kramtomas baltos duonos kąsnelis burnoje pasąla: pasidaro taip dėlto, kad duonos skrobylas nuo seilių ptialino pavirsta cukrum. Gleivės duoda seilėms valkšnumo, o nuo įkliuvusių oro pūslyčių jos yra putotos. Mažomis dalimis seilės sunkiasi į burną nuolat, ir per visą parą liaukos išleidžia jų apie 1/2 klg. Maistas ir visoki gardėsiai sužadina skonies pojūtį, ir tuomet seilės ima sunktis sparčiau. Alkanam žmogui net vienas valgymų vaizdas seiles varo. Matome tokiu būdu, kad maisto virškinimas prasideda jau burnoje; bet kadangi maistas tebūna čia trumpą laiką, tai tik maža skrobylo dalis spėja cukrum pavirsti.

Sukramtytą ir aplaistytą maistą mes suveliam apskritu gumulėliu ir nustumiam liežuviu į ryklę.



58 pav. Burna ir žiotis: A - kvėpuojant, B - ryjant.

Ryklė, stemplė ir pilvelis*). Už žioties yra ertmė, vadinama *ryklė.* Ji turi septynias kiaurynes: dviem susisiekia su nosies vidum, dviem su ausų vidum; žiotis ją jungia su burna; o apačioje iš ryklės eina du vamzdžiai: priekio pusėje gerklos ir už jų lygia greta stemplė. Rykle mes ryjame maistą.

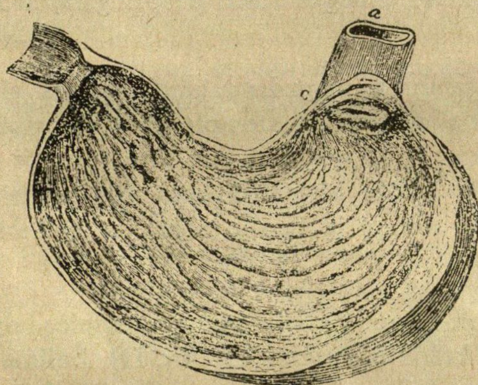
*) Tyrimo reikalui gera turėti kiaulės pilvelis, ištuštintas ir išplautas.

Lyg tik maisto kąsnelis paliečia ryklės gleivingąją plėnelę, jos raumens be mūsų valios ima trauktis ir nuvaro kąsnelį į stemplę. Kad maistas iš ryklės netyčioms nepakliūtų į nosį, ryjant minkštojo gomurio lankeliai susiartina, ir liežuvėlis prisiglaudžia prie ryklės užpakalio sienos, neleisdamas jam smukti aukštyn. Į gerklas maistas nepakliūva dėlto, kad jos užsivožia kremzliniu dangteliu (58 pav.). Pridėję pirštą prie gerklų galime pastebėti, kad ryjant jos pakyla; tuo pačiu metu liežuvis, stumdamas kąsnį, savo pašakniu pamyga dangtelį ir užvožia gerklų angą; kąsniui belieka vienas kelias — į stemplę. Bet jei kas rydamas prajunka ar prakalbsta, tai dangtelis atsivožia, ir maisto dalelės pakliūva į gerklas; žmogus tada paspringsta, arba užsiryja.

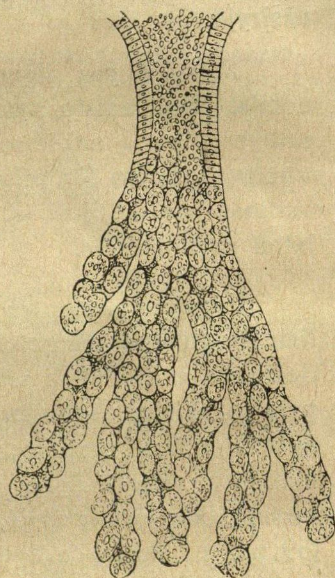
Stemplė yra ilgas tamprus vamzdis raumeningomis sienomis. Kai maisto kąsnelis pakliūva į stemplę, jos skersiniai raumens, kurie aukščiau kąsnelio, ima kits po kito trauktis ir vilnimis nuvaro jį į pilvelį. Tokie kirmėliški stemplės judesiai vadinas peristáltika. Kada stemplėje maisto nėra, jos sienelės būna sugniužusios.

Pilvelį galime vadinti plačiai išsiplėtusia stemplės dalim; jis guli po dangomis kairioje pusėje (43 pav. 11). Šalimais dešinioje pusėje guli jeknos (12), pridengdamos pilvelio dalį, o prie jo kairiojo šono prisišliejusi blužnis (14). Pilvelis talpina apie $1^1/_2$ litro vandens; todėl jame mes galime prikrauti nemaža maisto ir valgyti ilgais protarpiais. Stemplė atsidaro pilvelio viršuje, kairioje pusėje, o iš pilvelio antrojo galo išeina žarna (59 pav.). Abiejų pilvelio angų grandiniai raumens taip įtaisyti, kad kol maistas virška, jie turi užraukę angas ir neišleidžia maisto iš pilvelio. Raumeninis pilvelio sluoksnis susidėjęs iš trejopų raumenų: išilginių, skersinių ir įstrižinių; jiems susitraukiant pilvelis siaurėja ir maistą visaip apvarto ir sumaišo, suplaka su savo sultimis. Gleivingasis pilvelio sluoksnis išraižytas išilgai vagomis ir turi daug liaukučių, kurių narveliai gamina jau pirmiau paminėtas virškinamąsias sultis (60 pav.). Vieno ketvirtainio centimetro plote tų liaukučių yra ne mažiau, kaip 10 tūkstančių, o visame pilvelyje lig 5 milijonų. Kaip tik maistas pakliūva į pilvelį, gleivingojo sluoksnio indai pritvinksta kraujo, ir iš jo paviršiaus ima sunktis virškinamosios sultys; per visą parą pilvelis jų prigamina apie $1^1/_2$ litro. Pilvelio

sultys yra giedrus, gelsvas, rūkštus skystis; jų skonis pareina nuo įmieštos druskinės rūkšties (0,4%); ji marina įsiskverbusias kartu su maistu į pilvelį bakterijas, kurios sužadina jame puvimo ir rūgimo procesus. Be rūkšties, sultyse yra svarbus fermentas *pepsinas*, kurs su rūkštimi veikia baltymines maisto medžiagas. Nuo pepsino ir rūkšties tos medžiagos virsta skystais baltymais, vadinamais *peptonais*, kitaip sakant, medžiagos taip pakitėja, kad tirpsta vandenyje ir jau gali pro plėneles siurbtis į kraują. Pepsinas riebalų nepajėgia keisti, jis tik tirpdo jų jungiamąjį audinį ir susikrovusių jame riebalinių narvelių sieneles; nuo to riebalų kruopelės pasidaro palaidos.



59 pav. Pilvelio vidaus siena; stemplės galas (a) ir žarnos pradžia (b).



60 pav. Pilvelio gleivingojo sluoksnio liaukutė.

Jei mes norime savo akimis matyti, kaip pilvelio sultys veikia baltymus, reikia paskersto gyvulio (kiaulės) pilvelis išplauti, paimti gleivingojo sluoksnio ir pamerkti parūkštintame vandenyje. Vanduo pasidaręs drumstas reikia iškošti ir įdėti kelios kietai virto kiaušinio skiltelės. Dabar tą prietaisą statome šiltoje vietoje: pamažu baltymo skiltelės ištirpsta, tariant, suvirška sultyse. Sauso pepsino galima pirktis vaistinėse. Juo geriau maistas dantimis sumaltas ir rūpestingiau buvo paruoštas, juo mažiau darbo belieka pilveliui. Virindami, kepindami

ir spragindami maisto dalykus, mes padarome tai, kas turėtų įvykti pilvelyje, būtent, duodame baltymams susiversti ir skrobylui išbrinkti. Pilvelis laiko maistą uždaręs, kolei šis virška, ir tiktai virtusias skystà tyrele dalis išleidžia į žarną.

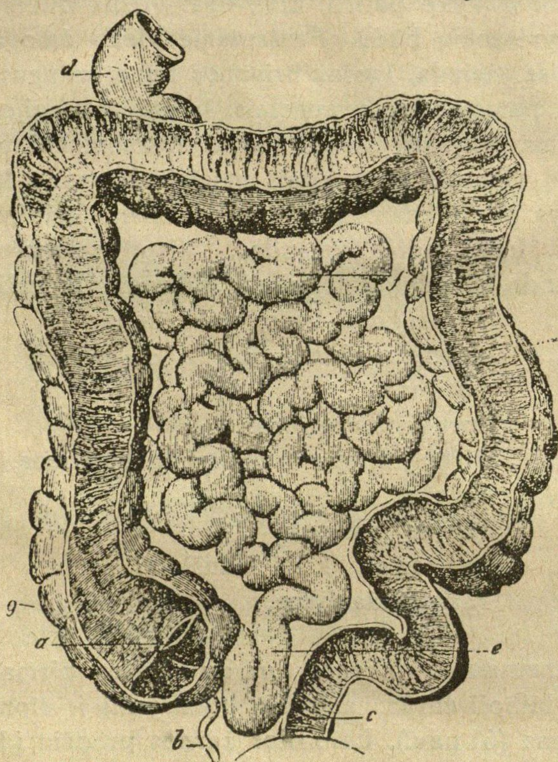
Maisto virškimas pilvelyje trunka vidutiniškai 3—5 valandas, ilgiau ar trumpiau, destis kokia maisto rūšis ir koks jo paruošimas. Mokslininkams pavyko patirti, kiek ilgai virška pilvelyje maistas; tat jie patyrė tokiu būdu. Peršautame vieno žmogaus pilve pasiliko atvira žaizda, kurios briaunos buvo suaugusios su pilvelio tokios pat žaizdos briaunomis, ir pro tą sugijusią kiaurynę buvo galima pasiekti pilvelio vidus. Mokslininkai maitino tą žmogų kartą vienais, kartą kitais valgiais ir atrado, kad įvairios maisto rūšys pasilieka pilvelyje ne mažiau, kaip vieną, ir ne daugiau, kaip šešias valandas. Visų greičiausiai,

per	1	valandą,	suvirška virti gyvulių viduriai ir kojgaliai,
„	$1^1/_2$	„	—spraginta lauko paukštiena,
„	2	„	duona ir pienas,
„	$2^1/_2$	„	paršiena,
„	3	„	spraginta jautiena,
„	4	„	virta jautiena ir spraginta kiauliena,
„	$4^1/_2$	„	aviena,
„	5	„	rūkyta jautiena,
„	$5^1/_2$	„	veršiena ir kieti kiaušiniai,
„	6	„	rūkyta kiauliena.

Maistas žarnose. Žarnos turi du skyrius: pirmasis skyrius ilgesnis — laiboji žarna, antrasis trumpesnis ir storesnis — vėdarinė žarna (61 pav.). Laibosios žarnos pradžia, į kurią ateina maistas iš pilvelio, vadinasi *dvylikapirštė žarna*, nes ji yra 12 kartų ilgesnė už piršto storį. Antras laibosios žarnos galas jungiasi ne su pradžia vėdarinės žarnos, bet įeina iš šono, truputį atstu nuo jos galo; taip pasidaro maišelis, vad. vienagalė, arba akloji žarna; iš jos išaugusi kiauravidurė atauga, vadinama *aklosios žarnos vėdarėlis*. Kad maistas iš vėdarinės žarnos negrįžtų į laibąją, jų susijungimo vietoje yra sučiaupiamos raukšlės, kurios atidaro angą, kai reikia praleisti maistas į vėdarinę žarną.

Pilvelis vienas nebaigia virškinti maisto: tyrelė, kuri ateina iš pilvelio į dvylikapirštę žarną, turi dar nesuvirškusių baltymų, didelę dalį nesuvirškusio skrobylo ir nepradėtus dar virškinti

riebalus. Čia tą tyrelę pagauna veikti kitos virškinamosios sultys — dviejų didelių liaukų: kasos ir jeknų. Kasa guli po pilveliu, jeknos šalia pilvelio (62 pav.); kasa gamina pavadintas jos vardu *kasos sultis*, jeknos — *tulžį*. Kasa per 24 val. pagamina per 500—800 gr. sulčių; jose pavyko atskirti trys fermentai: jų vienas (pankreatininė diastaza) veikia stipriau, kaip seilių ptialinas, versdamas dar nesuvirškintą skrobylą cukrum; kitas

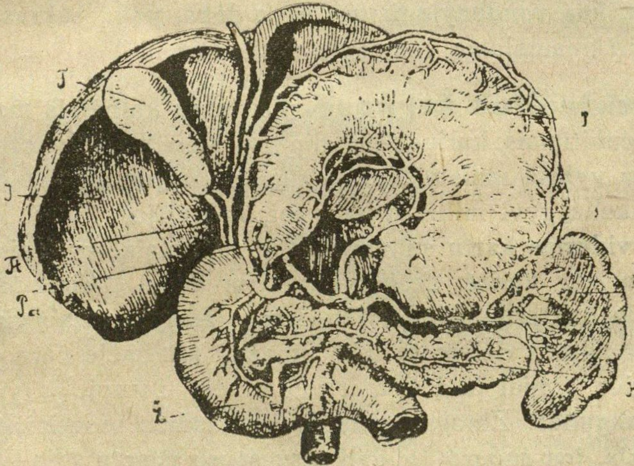


61 pav. Žarnos: f-laiboji, a-akloji, b - jos vėdarėlis, c-sėdimoji.

(tripsinas)—baltymus verčia peptonais. Trečias kasos fermentas dalį riebalų suardo ir padaro iš jų gliceriną ir muilelius, o dalį sutrupina į smulkutes kruopelytes ir padaro baltą skystį, vadinamą *emulsiją*. Kokios reikšmės turi toks riebalų pakeitimas? Mat, glicerinas miešias vandeny ir gali sunktis į kraują. Muilas, kaip mums žinoma, taip pat tirpsta vandenyje, ir toks muilinas vanduo maišosi su riebalais; tuo tarpu grynas vanduo riebalų neprisiima. Tos pat reikšmės turi muileliai, pasidarę žarnoje nuo kasos sulčių: atsimiešę žarnos skysčiuose jie įsigalina maišytis su dar nepakitusiais riebalais ir daryti juos tinkamus pro plėkšneles sunktis. Kas tai yra emulsija, mums pasako toks

bandymas. Jei kokį nors aliejų stipriai suplakame su vandeniu, tai jis subyra į smulkutes kruopelytes, kurios pasklysta vandenyje ir padaro jį baltą. Gyvas emulsijos pavyzdys yra gyvulių pienas; bestovinčio ilgai pieno riebalinės kruopelės atsiskiria, iškyla aukštyn ir sudaro visiems žinomą pieno paviršelį.

Jeknos — didžiausia mūsų kūno liauka; ji sveria arti 2 su viršum kilogramų. Tulžį ji gamina nenustodama, nors jos reikia tik tuo metu, kai vyksta virškinamasis žarnų darbas; todėl pagamintai iš anksto tulžiai turi būti laikytuvas; toks laikytuvas yra tulžies pūslė (62 pav., T). Tulžies vadoklis, kuriuo tulžis teka iš pūslės, susijungia su tokiu pat kasos sulčių vadokliu ir jau vienu vamzdeliu įeina į dvylikapirštę žarną. Kasa neturi



62 pav. Jeknos, pilvelis, blužnis ir kasa (jeknos ir pilvelis atversti): P-pilvelis, S-stemplė, Pa-pilvelio anga, Ž-dvylikapirštė žarna, J-jeknos, T-tulžies pūslė, Tt-tulžies vadoklis, K-kasa, B-blužnis.

panašaus sandėlio kaip jeknos, ir todėl jos darbas eina pertrūkiais: kada maistas iš pilvelio paklūva į žarną, kasa pritvinksta kraujo ir stveriasi gaminti sultis.

Tulžis yra žalsvai geltonas skystis, tiek kartus, kad jį žmonės žino iš priežodžių. Tulžies virškinamoji svarba nemaža; ji padeda kasos sultims keisti riebalus, atskirti suvirškusius baltymus nuo nesuvirškusių, pažadina žarnų peristaltiką ir neduoda baltymams pūti; maisto tyrelė nuo tulžies gauna tam tikrą spalvą. Kas diena jeknos pagamina tulžies apie 400—1000 gramų.

Toms didžiosioms liaukoms ateina talkon daugybė smulkių liaukučių, pakrikusių gleivingame žarnų sluoksnyje; jos ga-

mina savąsias vadinamas *žarnų sultis* (apie 1000 gr.). Apie jų veikimą yra patirta, kad jos baigia virškinimo darbą, versdamos kai kuriuos baltymus peptonais ir skrobylą cukrum; be to, jos padeda sumalti riebalus į smulkias dulkeles; iš to matome, kad ir žarnų sultys turi įvairių fermentų.

Jau pats laibosios žarnos ilgumas ir užsibuvimas joje maisto lig 2—3 valandų sako, kad ji yra svarbi virškinamojo vamzdžio dalis. Kad geriau suprastume, kodėl 6 metrų ilgumo vamzdis bejudėdamas nesusimazgo savo kilpomis, atsiminkime, kad per visą savo ilgį jis yra apvilktas pilvaplėve, kurios brindos laiko jį tvarkoje, prisegusios prie pilvo sienų (52 pav.).

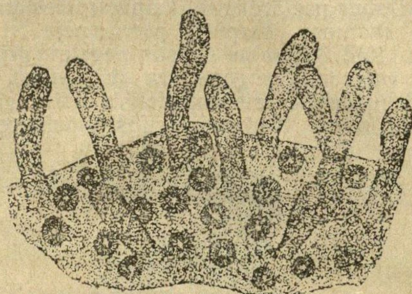
Suvirškusios maisto medžiagos ištirpsta žarnų skysčiuose; bet visa, kas vandenyje tirpsta savo dėka, pav., cukrus, druska ir t.t. virškinamajame vamzdyje nesikeičia.

Bakterijos žarnose. Kartu su kalbėtais maisto medžiagų pakitimais, kuriuos sužadina virškinamieji fermentai, žarnose dar vyksta maisto likučių rūgimas ir puvimas. Šiuos vyksmus sukelia gyvi mikroorganizmai, bakterijos, kurios pakliūva į mūsų vidurius kartu su valgiais ir geriamais skysčiais. Jų priskaitoma net kelios dešimtys įvairių rūšių. Virškinamajame vamzdyje bakterijų daugėja iš viršaus žemyn; antai: viršutinėje laibosios žarnos dalyje jų labai maža, apatinėje žarnos dalyje jų skaičius žymiai padidėja ir vėdarinėje žarnoje jų yra milžiniška daugybė. Žmogus pašalina jų kasdien vidutiniškai 8 gr., tat reiškia, jos sudaro $1/4$ dalį visų sausų išmatų.

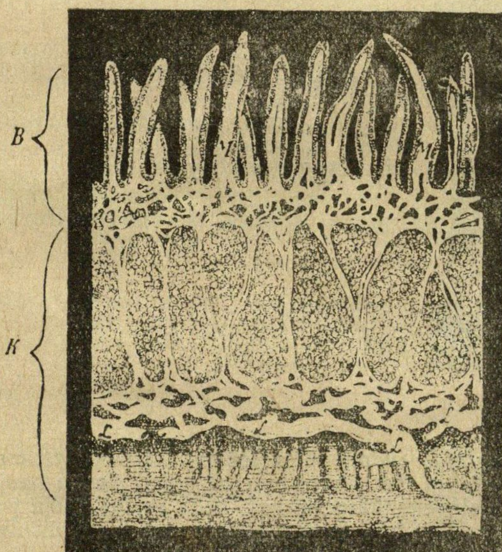
Nuolatinis bakterijų veikimas nepraeina vis tik mūsų organizmui dykai. Gaminami kai kurių bakterijų produktai, įsisunkę į kraują, pamažu nuodija mūsų organizmą ir, ne vieno mokslininko nuomone, ne laiku priartina mūsų senatvę. Valgant skrobylinį maistą ir, dar geriau, vartojant išimtinai pieniškus valgius, galima atsiekti to, kad bakterijos žarnose beveik išnyksta; mat, pieno bakterijos trukdo veikimą tų bakterijų, kurios sukelia baltymų puvimą. Dėl to gi reikia vengti per didelio baltymų (mėsos) vartojimo ir tenkintis dažniau pieniškais valgiais; čia ypač naudingas yra rūgusis pienas.

Maisto siurbimas. Laiboji žarna peristaltiniais judėjimais maistą pamažu stumia tolyn. Nuo visų virškinamųjų sulčių jis tiek pakitėja, jog ima sunktis į kapiliarus, kuriais tankiai išraizgytas virškinamasis vamzdis; šitaip maistingosios medžiagos

pakliūva į kraują. Tasai vyksmas vadinasi *maisto siurbimas*. Vanduo ir ištirpusios jame medžiagos pradeda sunktis į kraują jau iš pilvelio. Žarnos siurbia maistą panašiai, kaip augalų šaknelės siurbia vandenį iš žemės. Idant siurbimas eitų sparčiau, jaunoms augalų šaknelėms padeda smulkučiai plaukeliai. Panašų



63 pav. Laibosios žarnos vidaus paviršius: karpelės ir liaukučių skylutės.

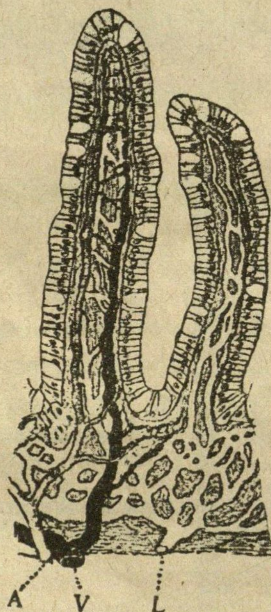


64 pav. Laibosios žarnos sienelės skersinis piūvis: B-žarnos karpelės, K-žarnos sienelė, M-limfos indai plaukeliuose. L-limfos indai sienelėje.

įtaisymą mes randame ir mūsų laibojoje žarnoje; jos vidaus paviršius neginkluotoms akims atrodo lyg mašastinis. Didinamieji stiklai įtikina mus, kiek jame daug plonučių ataugų, vadinamų *žarnos karpelių;* tarp jų matome skylutes, kuriomis sunkiasi liaukučių pagamintos sultys (63 pav.). Kada vyksta virškinimas, karpelės prisipildo balto skysčio, panašaus į pieną (64 pav.); tai yra ne kas kita, kaip riebalinė emulsija; tokiu būdu, žarnos karpelės siurbia ne tiktai ištirpusias skysčiuose medžiagas, bet ir riebalines dulkutes.

Mikroskopas paaiškina mums tų karpelių įtaisymą. Jų paviršius sudarytas iš sluoksnio pailgų narvelių, po tuo sluoksniu išilgai įklotos raumeninės skaidulos (65 pav.). Karpelės viduriu eina balti vamzdeliai — tai yra limfos indų pradžios. Limfos indus supa kraujo kapiliarai, į kuriuos kraujas ateina arterijomis ir išeina venomis. Karpelė yra labai maža ir viena nedaug tenuveikia, bet užtat žarnoje jų yra galybė: viename ketvirtainiame centimetre jų priskaitoma ligi 1000, o visame virškinamajame vamzdyje apie 12 milijonų.

Dabar pažiūrėkime, kaip karpelės dirba savo darbą. Kada susitraukia jų raumens, karpelės patrumpėja ir išvaro įsisiurbusį skystą maistą toliau. Kad išstumtas skystis negalėtų grįžti atgal atsileidžiant raumenims, limfos vamzdelių angose yra vožtuvėliai, kurie atsidaro tiktai storesnių vamzdelių pusėn; tais vamzdeliais maistingas skystis nueina toliau (64 pav.) į brindų indus. Kadangi limfos indais tekąs skystis yra baltas, tai žarnų

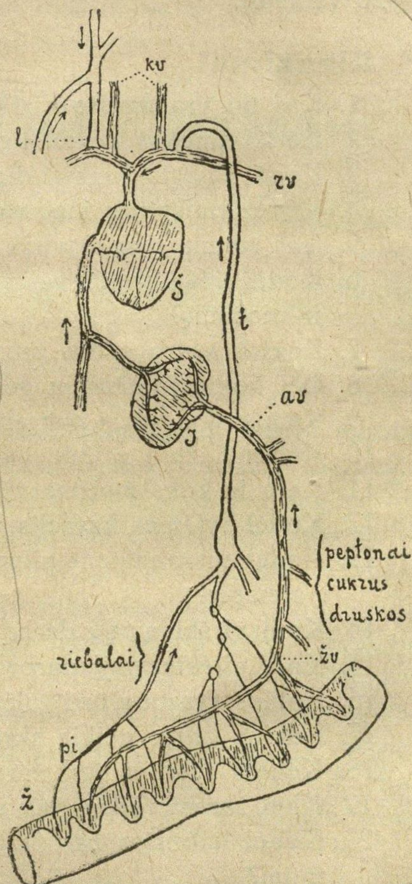


65 pav. Dvi žarnos karpelės: A-arterijos, V-venos, L-limfos indai, 3-dviejų karpelių arterijos ir venos neparodytos.

srityje tie indai vadinasi *pieniniai indai.* Atsileidžiant karpelės raumenims kapiliarai vėl prisipildo kraujo, bet limfos indeliai tegali siurbti naują skystį tik iš žarnos. Taigi, kiekviena karpelė net kelis kartus spėja įsisiurbti maisto, ir jų visų jungtinis darbas, nors jos labai mažos, yra didelis.

Maistingųjų medžiagų, kurios ligšiol buvo drauge laibojoje žarnoj, tolesni keliai išsiskiria. Riebalinė emulsija ir muilelių dalis teka limfos indeliais ir renkasi didžiajame krūtinės liemenyje; iš to liemens jie pakliūva į kairiąją raktakaulio veną ir susimaišo su krauju (66 pav., t). Peptonai gi, cukrus ir kita muilelių dalis žarnos kapiliarais nueina į didesnes venas, kurios, susijungusios su pilvelio, kasos ir blužnies venomis, sudaro bendrą taką, vadinamą *jeknų angos veną* (66 p., av), ir išlieja tas medžiagas į jeknas. Čia jeknų angos vena ima šakotis vis

smulkyn ir subyra į kapiliarus. Vėnos kapiliarai sudaro vėl vieną liemenį, *jeknų išleidžiamąją vėną*, kuri kraują su maistingomis dalimis varo į žemutinę kiauravidurę vėną ir toliau į širdį. Einąs iš jeknų kraujas turi mažiau maistingųjų medžiagų, negu kurs ateina į jeknas. Mat, jeknų narveliai iš atėjusio cukraus, baltymų ir riebalų gamina ypatingą medžiagą, *glikogėną*, ir jek-



66 pav. Maitinamųjų medžiagų keliai į kraują. Š-širdis, J-jeknos, Ž-laiboji žarna su karpelėmis, kv-kaklo vėnos, rv-kairioji raktakaulio vėna, pi-pieno indai, t-krūtinės didysis limfos liemuo, dešiniasis limfos liemuo, žv-žarnos vėnos, av-jeknų angos vėna.

nose sukrauna jo atsargą; kai virškimas pasibaigia, kraujas semia iš to sandėlio glikogėną ir maitina juo kūno audinius.

Jeknos yra ne tik tulžies ir glikogėno gamintojos, jos turi mūsų organizmui dar kitokios svarbos. Jeknų išleidžiamosios vėnos kraujyje pastebėta mažiau raudonųjų rutulėlių, negu kad jų yra angos vėnoje; pasirodo, jeknose įrsta pasenę rutulėliai; Iš jų hemoglobino tulžis įgauna savo ypatingą spalvą.

Besisiurbiant skystoms medžiagoms pro laibosios žarnos sienas į kraują, maisto tyrelė darosi pamažu tirštesnė ir į vėdarinę žarną ateina apytirštės masės pavidalo. Čia siurbimas dar kurį laiką tebesitęsia, tik ne karpelėmis, kurių vėdarinė žarna neturi, bet gleivingosios plėnelės raukšlėmis, ir pusiaukelėje visai pasibaigia. Vėdarinėje žarnoje maisto likučiai išbūva apie 12—20 valandų.

Klausimai.

1. Kas tai yra maisto virškinimas?
2. Kodėl žmogus negali ilgai gyventi be maisto?
3. Kodėl žmogus sunkiai dirbąs prisivalgo daugiau maisto?
4. Kodėl maišytinis maistas visų geriausias?
5. Kas stumia maistą virškinamuoju vamzdžiu?
6. Kodėl liežuvį mes galime padaryti ilgą ir smailų, platų ir plokščią?
7. Kokios svarbos turi mums dantys?
8. Dėl kokių priežasčių genda dantys?
9. Kam reikia gerai sukramtyti maistas?
10. Kodėl liežuvį galime vadinti virškinamuoju organu?
11. Kaip ir koks maistas virška burnoje?
12. Kodėl ryjamas kąsnelis nepakliūva į gerklas?
13. Kodėl susitraukiant pilveliui maistas paprastai negrįžta į stemplę?
14. Kokį virškinamąjį darbą atlieka pilvelis?
15. Kokį virškinamąjį darbą atlieka kasa?
16. Kokios svarbos turi tulžis?
17. Kokios sultys veikia skrobylą, baltymus, riebalus?
18. Kokios svarbos turi žarnų ilgis?
19. Kam žarnai reikia tiek daug karpelių?
20. Kodėl laibósios žarnós darbas ypač yra svarbus sveikatai?
21. Kodėl pavalgę dažnai jaučiame vidurius judant?
22. Kokiu būdu suvirškęs maistas pakliūva į kraują?
23. Kokiu keliu nueina į kraują riebalai, baltymai ir cukrus?
24. Kokią medžiagą gamina jeknos?

VI. Kvėpuojamieji organai.

Kiekviena gyva būtybė, ar ji būtų augalas ar gyvulys, savo gyvybei prisivalo deguonies. Net toks mažas gyvis, kaip amėba, siurbia ištirpusį vandeny deguonį, ir deguonis jungiasi su jos kūno medžiagomis. Tokį vyksmą mes vadiname *kvėpavimu*. Mūsų kūnas susidėjęs iš daugybės gyvų narvelių, tad ir jie prisivalo, kol gyvi, kvėpuoti. Kvėpavimą mes galim prilyginti kuro degimui, nes abiem atsitikimais medžiagos jungiasi su deguonim, ir iš to randasi šilimos; abiem atsitikimais kinta vienos medžiagos ir pasidaro naujų, kurios nešalinamos trukdytų degimą ir kvėpavimą. Svarbiausios šalintinos medžiagos yra anglies dvideginis ir vanduo; pirmasis pasidaro iš grynanglio, antrasis — iš vandenilio, kada tie elementai susijungia su deguonim; grynanglio ir vandenilio yra kiekvienoje protoplazmoje.

Tokiu būdu organizmo narveliams reikia tiekti deguonies ir šalinti iš jų degimo gaminiai. Tą dvigubą darbą atlieka kraujas; arterinis kraujas, skriedamas po visą kūną ir apiplaudamas narvelius, eikvoja savo raudonųjų rutulėlių deguonį ir pasiima iš narvelių anglies dvideginį, vandenį ir kitas nebereikalingas medžiagas. Mūsų narveliai gyvena kraujyje, nelyginant žuvys deguoningame vandenyje.

Arterinis šviesus kraujas, nebetekęs deguonies ir pasidaręs tamsus vėninis, turi vėl jo prisitraukti iš oro ir išleisti į orą anglies dvideginį ir vandenį. Plaučiai yra tie organai, kurie tyrina kraują ir padaro jį šviesų. Plaučiais mes galime kvėpuoti, tik kolei turime oro; retas žmogus tegali išbūti nekvėpavęs minutę*). Taigi matome, kaip svarbūs mums yra plaučiai, kurių darbo negalime sustabdyti nė minutėlei, kad netrokštume.

*) Išbandykit, kiek sekundžių stengiate išbūti, užėmę savo kvapą.

Kvėpuojamosios dujos. Atmosferos oras, kuriuo mes kvėpuojame, yra susidėjęs iš azoto ir deguonies; be to, jame yra vandens garų ir visai nedaug anglies dvideginio (0,03%). Oras gi, kurį išleidžiame iš savo plaučių, žymiai skiriasi nuo atmosferos oro, būtent:

	įsitraukiam į plaučius:	*išleidžiam iš plaučių:*
azoto	„ 79%	apie 79% (tūrio)
deguonies	„ 20,9%	„ 16,4%
ang. dvideginio	„ 0,03%	„ 3,6%;

išleidžiamas oras, be to, prisisotinęs vandens garų. Taigi, įtrauktas į plaučius deguonis nebe visas grįžta į orą, o tik 16,4%, arba susigeria plaučiuose 4,5%; jo vietoje išeina iš plaučių 3,6% anglies dvideginio. Iš to matome, kad mūsų organizmas kvėpuodamas iš oro sugeria daugiau deguonies, negu kad išleidžia anglies dvideginio. Jei plaučių sugertasis deguonis eitų išimtinai anglies dvideginiui daryti iš maisto grynanglio, tai to skirtumo (4,5—3,6) nebūtų, ir tiek sugeriamojo deguonies, tiek pasidarančio anglies dvideginio tūriai būtų lygūs. Bet tas skirtumas 0,9% susivartoja kitiems galams; mat, su deguonim jungiasi, arba dega dar kiti maisto sudedamieji elementai, kaip antai: vandenilis, azotas, siera.

Kai dėl antrųjų kvėpuojamųjų dujų, azoto, tai atrodo lyg jis būtų mums nereikalingas, nes kiek jo įsitraukiame, tiek ir išleidžiame iš plaučių. Bet vis tik azotas turi mūsų organizmui tos svarbos, kad praskiedžia deguonį ir pasilpnina jo veikimą; grynu deguonim dėl jo smarkaus veikimo nei žmogus, nei kiti gyviai kvėpuoti negali.

Išleidžiamus iš plaučių vandens garus mes pamatome tik tada, kai áušdami jie sutirštėja ir virsta mažtelyčiais vandens krisleliais; taip, pav., esti kvėpuojant šaltu žiemos metu. Bet ir vasarą tuo lengva įsitikinti, pūkšterėjus į stiklą arba į šaltą geležį, — nuo garų jie tuojau aprasoja. Per 24 val. plaučiai išleidžia vidutiniškai 450 gr. vandens. Anglies dvideginis taip pat nesunku patirti tokiu paprastu bandymu. Tyras kalkinis vanduo yra giedrus skystis, kurs nuo anglies dvideginio drumsčias baltomis drumzlėmis; kai tik mes kvėptelėsim į kalkinį vandenį pro stiklinį vamzdelį, tai vanduo darosi baltas, vadinas, išleidžiamame plaučių ore yra anglies dvideginio.

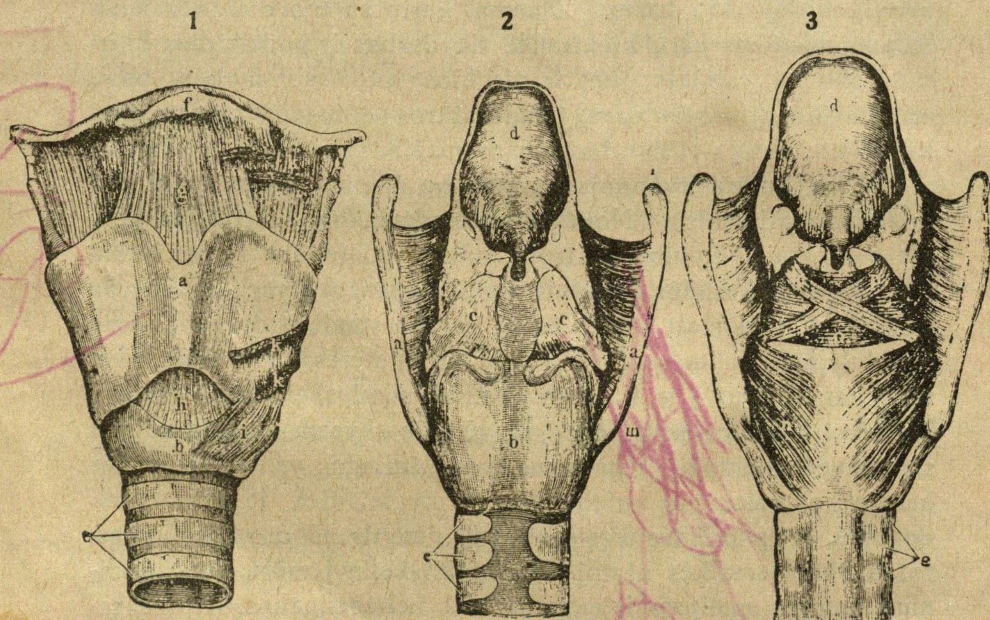
Apskritai imant, suaugusio žmogaus, sveriančio 70 klg., plaučių kraujas per 24 val. įsigeria deguonies 504 litrus, a. 720 gr.;

anglies dvideginio išleidžia 420 litrų, a. 840 gr., mat, šis už deguonį yra sunkesnis. Visa, kas padidina organų ir narvelių darbą, padidina ir suvartojamo deguonies ir išleidžiamo anglies dvideginio kiekį; mažiausias tas kiekis esti naktį, didžiausias netrukus po valgymo. Bet ypač žymiai didina dujų apykaitą fizinis darbas ir šiaip smarkūs judesiai: greitas ėjimas, bėgimas ir t.t. Tyrinėjant vieną darbininką buvo rasta, kad poilsio dieną per 24 val. jo plaučiai leido 840 gr. anglies dvideginio, o dieną, kada jis sunkiai dirbo 8 val., tas skaičius pakilo ligi 1470 gr., arba padidėjo $1^3/_4$ kartų. Žinoma, kartu su tuo didėjo ir išleidžiamų vandens garų kiekis. Ne tik darbas ir poilsis daro skirtumą dujų apykaitoje, bet ir visokios kitos aplinkybės, pav., saulėta diena, blogas oras, temperatūros atmainos, maisto kiekis ir t.t.; net jo rūšis daugiau ar mažiau apykaitai atsiliepia.

Ore, kuriuo kvėpuojame, yra, be žinomų mums dujų, dar ir žalingų priemaišų. Nors jų yra nedaug, bet vis tik jos kenkia sveikatai. Gyvenamų trobų oras retai tebūna tyras; reikia tik pažvelgti į saulės spindulį, kurs pro lango plyšelį prasimuša į kambarį, kad matytume, kokia galybė smulkių dulkelių tame spindulyje sūkuriuoja: čia ir valgių kruopelytės, čia ir mūsų odos krisleliai, drabužių ir kuro trupinėliai, suodys, pelenai, bakterijos ir t.t. Be to, trobų ore yra visokių skysčių garų ir dujų iš smilkstančių lempų. Ypatingai mums žalingos yra smalkės, nes kraujo hemoglobinas prisijungia jas lygiai tiek lengvai, kiek deguonį, ir jų prisitraukęs nebegali jungtis iš oro deguonies; tokiu būdu, smalkės užstoja deguoniui kelią į mūsų kūno audinius: žmogus nualpsta ir negelbstimas nebeatsigauna. Tarp skrajojančių ore bakterijų gali atsitikti net labai žalingų, kurios pakliuvusios į kraują sukelia žmoguje pavojingų ligų. Net tokios, rodosi, nekaltos dulkelės, kaip skrobylo ir anglies, užteršia mūsų plaučius ir trukdo jų darbą. Vaiko jauni plaučiai yra raudoni, suaugusių gi žmonių darosi pilki arba dėmėti nuo įsiskverbusių dulkių, angliakasių darbininkų — net juodi. Iš to viso aišku, kaip svarbu mums saugotis sugedusio ir netyro oro. Gyvenamas butas turi būti kuo dažniausiai vėdinamas ir į jį įleidžiama kuo daugiausia saulės spindulių, nuo kūrių bakterijos žūsta.

Kuriuo keliu oras nueina į plaučius. Ar mes kvėpuojame pro burną ar pro nosį, oras iš jų turi pakliūti į ryklę (58 pav.). Pro nosį mums kvėpuoti sveikiau, kaip pro burną. Nosies ertmė padalyta stačia sienele, pradžioje kremz-

line, toliau kauline, į du koridorius. Į tuos koridorius oras įeina pro dvi nosies skylutes, šnerves, ir išeina į ryklę vėl pro dvi užpakalines skylutes, kurios vadinasi *choanos*. Nosies rangytas vidus išklotas gleivingąja plėnele. Traukdami pro nosį orą mes suvokiame, ar jis turi kvapo, ar nėra sugedęs; be to, nosies gleivingoje plėnelėje oras nusivalo nuo dulkių, darosi drėgnesnis ir sušyla*). Iš ryklės oras eina į *gerklas*. Gerklos yra aukštutinė kvėpuojamosios gerklės dalis; jos sudarytos iš 5 judamai surištų kremzlių (67 pav.). Apatinė kremzlė (b) žiedo pavidalo siau-



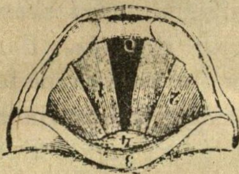
67 pav. Gerklos: 1-jų priekis, 2, 3-užpakalys; a, b, c, d penkios gerklų kremzlės: 1-be raumenų, 3-surištos raumenimis; e-kvėpuojamos gerklės lankeliai.

ruoju šonu atgręžta į priekį; tai yra nejudamas pagrindas kitoms kremzlėms. Ant jos siaurojo šono stovi kita plati kremzlė, panaši į sulenktą skydą (a); tai yra didžiausioji gerklų kremzlė, jos išsišovusį kakle priekį vadiname gerklės mazgu; užpakalinės jos briaunos plačiai išsikėtusios**). Ant plačiojo apatinės kremzlės šono stovi greta dvi trikampės kremzlės (c); pagaliau, penk-

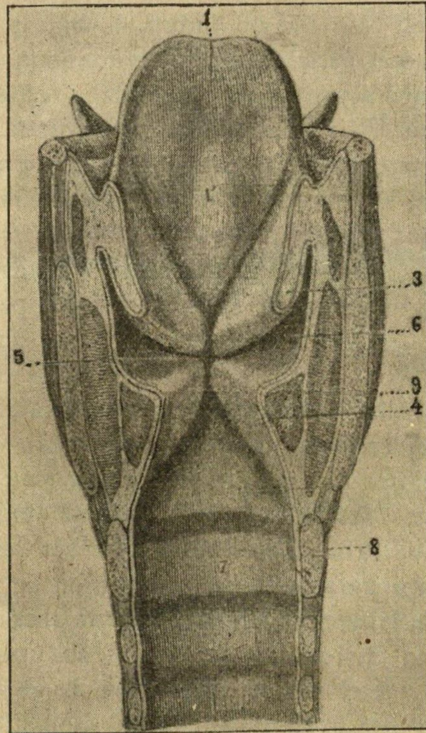
*) Įsikvėpkit vieną kartą pro nosį, kitą kartą pro burną. Įsidėmėkit šaltelį, kurį pajusite burnoje.

**) Padėkit du pirštus ant gerklės mazgo ir stebėkit jo judesį, kai imate žemą ir paskui aukštą toną.

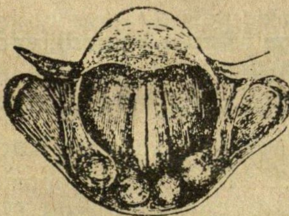
toji kremzlė, *gerklėdangtė* (d), panaši į liežuvį, apatiniu galu prisisegusį prie skydo iš vidaus, o viršutinis galas iškilęs aukštyn ir atsišliejęs liežuvio pašaknio. Šita kaip tik kremzlė, ryjant kąsnelį, nulinksta ir užvožia gerklų angą, kad kąsnelis jon nepakliūtų. Visos penkios kremzlės surištos raumenimis ir gali judėti: sulinkti ir atsitiesti, pakilti, pasiaurinti ir paplėsti gerklų vidurį.



68 pav. Balso plyšys: 1-apatinės raukšlės, 2-viršutinės raukšlės, 3, 4-gerklėdangtė.



70 pav. Gerklos su balso stygomis: 1-gerklėdangtė, 3-netikrosios stygos, 4-tikrųjų stygų raumens, 5-plyšys, 6-stygų anteliai.



69 pav. Raukšlės susiglaudė, kad leistų balsą.

Plėnelė, kuri iškloja gerklų vidų, abiem jų pusėm sudaro po dvi raukšles, kaip lentynėles; tuo būdu jų yra keturios; dvi viršutinės (kairioji ir dešinioji) ir po jomis dvi apatinės. Tarp raukšlių pasilieka atviras trikampis plyšys (68 pav.). Kadangi gerklų kremzlės gali judėti, tai plyšys nuo to judėjimo pasiaurėja arba paplatėja, patrumpėja arba pailgėja, ir raukšlių briaunos čia labiau, čia silpniau įtimpsta. Kada einąs pro plyšį oras užgauna įtimpusias raukšles, jos ima tirtėti ir duoda balsą, lygu

kaip atsiliepia įtempta smuiko styga, kai mes ją užgauname pirštu. Dėl šito abi poros raukšlių vadinasi *balso stygos*, o plyšys tarp jų — *balso plyšys*. Nuo oro virpa tiktai apatinės stygos, vad. tikrosios balso stygos, kurios tuo metu būna tiek susiglaudusios, jog tarp jų belieka siaurutis plyšelis (69 pav.); kada smarkiai kvėpuojame, balso plyšys prasikečia plačiai ir darosi kone apskritas. Jei nušalusios balso stygos pabrinksta, tai nebegali taip laisvai judėti, ir balsas užkimsta; didelis pabrinkimas net sunkina mums kvėpavimą pro susiaurėjusį plyšį. Viršutinės stygos balso neleidžia; anteliai tarp kiekvienos pusės stygų (70 pav., 6) balsą pastiprina; panašiai kamertonas skamba garsiau, kada jo kojelę pastatome ant tuščios dėžutės. Balsas būna skardus ir tylus, nelygu kokiu stiprumu oras užgauna įtimpusias stygas; plonas (aukštas) ir storas (žemas) balsas pareina nuo to, ilgesnės ar trumpesnės darosi stygos judant gerklų kremzlėms, stipriau ar silpniau jos įtimpsta.

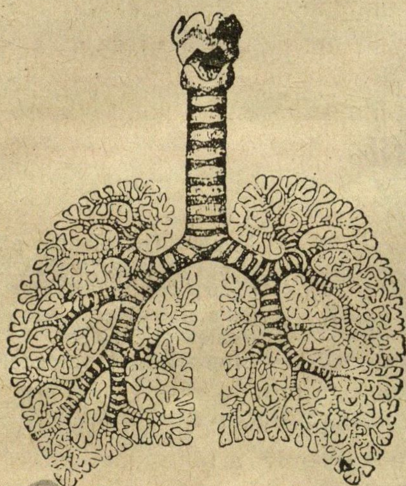
Judindamas liežuvį ir lūpas žmogus labai įvairiai gali káityti savo garsus. Nors garsus leisti geba ne tik žmogus, bet daugelis gyvulių, ypač paukščiai, tačiau kalbos dovaną teturi vieni žmonės. Kalbà žmogus gali reikšti įvairiausius jausmus ir mintis dėl to tik, kad tų jausmų ir minčių randasi jo smegenyse. Juk ir nebegalįs kalbėti žmogus vis dar gali reikšti savo mintis arba rašytomis popieriuje raidėmis arba muzikos instrumentų garsais ir dailės kūriniais.

Iš gerklų kvėpuojamasai oras nueina į ilgoką vamzdį, vadinamą tiesiog gerkle; jos sienos padarytos iš jungiamojo audinio. Kad sienos nesuslūgtų, ir gerklė būtų visad atdara orui, jose įdėti vieni ant kitų kremzliniai apskriti lankeliai, kurių galai užpakalyje nesusieina (67 pav., e). Už kvėpuojamosios gerklės eina greta, kaip mes jau žinome, stemplė. Maisto kąsnelis, smukdamas žemyn, prakečia stemplės sieneles, ir jos įsispaudžia į gerklę tarp lankelių galų. Tuo būdu, nors gerklė yra stangi, bet nekliudo kąsneliams smukti stemple.

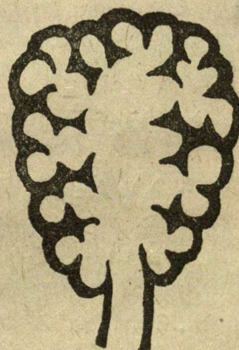
Plaučiai*). Apatinis gerklės galas skiriasi į dvi šakas, kurios vadinasi *bronchai;* vienas bronchas įeina į dešiniąjį plautį, antras—į kairiąjį. Abu bronchai savo rėžtu šakojasi, ir tos šakelės darosi toliau vis smulkesnės ir virsta pagaliau plonučiais, $^1/_2$ mm storumo vamzdeliais (71 pav.), kurių galus uždaro

*) Plaučių pavyzdžiu gali būti avies plaučiai.

mažučiai maišeliai plonutėmis tampriomis sienelėmis. Maišelių vidaus pusė turi daugybę apskritų įdubimų, vadinamų *plaučių pūslytėmis* (72 pav.). Kaip gerklėje įdėti kremzliniai lankeliai, taip bronchų ir jų stambesnių šakelių sienose įdėtos kremzlinės grandelės, idant tie vamzdžiai visad būtų atdari einančiam į plaučius orui. Gerklė su jos šakomis galima palyginti su kupliu medžiu, kurio liemuo atitinka pačią gerklę, jo didžiosios šakos — bronchus, mažesniosios — bronchelius ir lapai-plaučių pūslytes: tik kad plaučių medis apverstas liemeniu aukštyn.



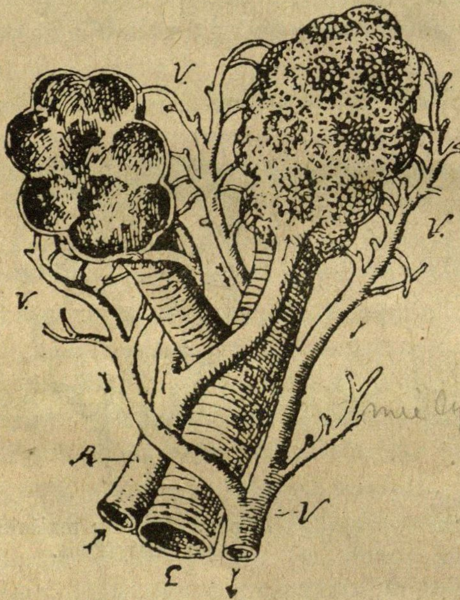
71 pav. Gerklos, kvėpuojamoji gerklė, bronchai ir plaučiai (apytikris vaizdas).



72 pav. Plaučių maišelis su pūslytėmis.

Visi kvėpuojamieji vamzdžiai viduje iškloti mirgamu audiniu, kurio gyvaplaukiai besiūbuodami varo lauk pakliuvusias į vamzdžius ir nusėdusias drėgnose jų sienelėse dulkes. Bronchus su šakelėmis ir plaučių pūslytes riša draugėn jungiamasai audinys; jis prilaiko taip pat išsišakojusias plaučiuose arterijas, vėnas ir limfos indus. Kapiliarai tankiai apraizgo kiekvieną pūslytę ir įauga į jų sieneles (73 pav.). Kaip tik čia, pro kapiliarų sieneles kraujas siurbia iš pūslyčių deguonį ir atiduoda joms mainais anglies dvideginį, ir tuo būdu tamsus kraujas plaučių kapiliaruose virsta šviesiu. Kad dujų apykaita vyktų sparčiau, plaučiuose turime galybę pūslyčių: jų skaitoma net ligi 400 milijonų; jei mes galėtume visas jas ištiesti, tai nuklotume plotą 128 ketvirtainių metrų.

Deguonies ir anglies dvideginio skverbimasis pro plonas kapiliarų ir pūslyčių plėneles pareina nuo tam tikros dujų savybės: dvejos dujos, kad ir perskirtos plėkšnele, vis tik ilgainiui susimaišo; tokį reiškinį mokslas vadina *difuzija*. Tai galima patikrinti bandymu. Pripildykim vieną indą deguonies, kitą — anglies dvideginio; pirmąjį indą užtraukim drėgna plėkšnele ir jo kaklelį suglauskim su kito indo kakleliu; paskui abu kaklelius sklandžiai apriškim, kad dujos neišeitų į šalį. Po kurio laiko inde su deguonim galėsime atrasti anglies dvideginio, kitame inde — deguonies. Tokia pat difuzija vyksta plaučiuose. Jei

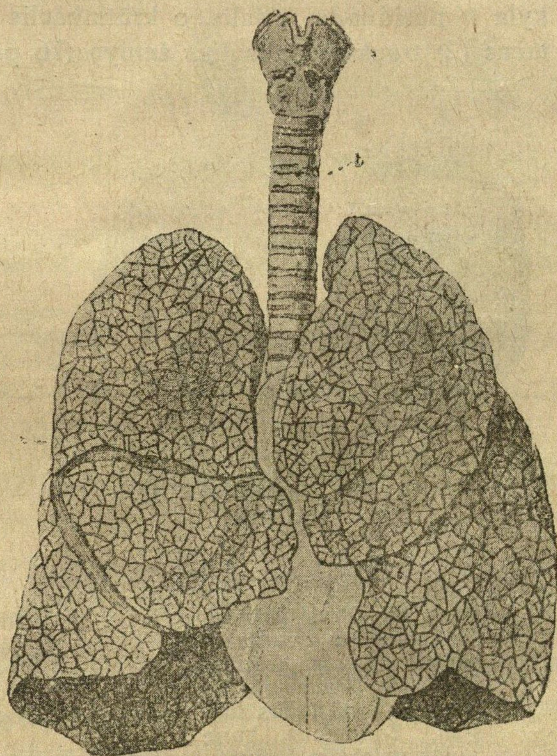


73 pav. Dvi plaučių pūslytės (viena atidaryta), kapiliarų apraizgytos. Kraujas ateina arterija A ir nusivalęs grįžta vena V; L-kvėpuojamasis vamzdelis.

mes atminsime, kad ji vyksta palengva, tai suprasime, kokios didelės svarbos turi daugybė pūslyčių: juo didesnis jų paviršius, juo daugiau ir greičiau pasikeičia plaučių dujos. Visa, kas palengvina mums kvėpuoti ir deguoniui siurbtis, yra mums naudinga; atvirkščiai, kas varžo kvėpavimą, yra žalinga. Dujos gali skverbtis tik pro drėgnas plėkšneles, tad ir plaučių pūslytės turi būti drėgnos. Todėl labai sausas oras pasunkina mūsų kvėpavimą; bet ir perdaug drėgnas oras mums nesveika, nes pats būdamas prisisotinęs vandens garų nenoroms ima juos iš plaučių.

Mūsų plaučiai pripildo visą krūtinės vidų, o tarp jų įsispraudusi širdis su didžiausiais indais (74 pav.). Plaučiai turi vaizdą pailgų maišų smailiomis viršūnėmis ir plačiomis apačio-

mis ir yra atsirėmę dangų. Pagal savo didumą plaučiai yra labai lengvi: jų kąsnelis, įmestas vandenin, plauko, kaip kamštis. Kadangi plaučiuose yra visai maža dirksnių, tai jie labai nejautrūs: net kai gerokai plaučiai apgenda, didelio sopulio nejusti. Gilios dvi vagos įsirėžia skersai į dešiniąjį plautį ir viena į kairiąjį. Abu plaučiai iš visų pusių apvilkti plona plėne, vadinama *plėvra*; ta plėnė nuo plaučių pereina ant širdies ir ant bronchų ir toliau persimeta ant krūtinės įvidaus sienų, iškloja

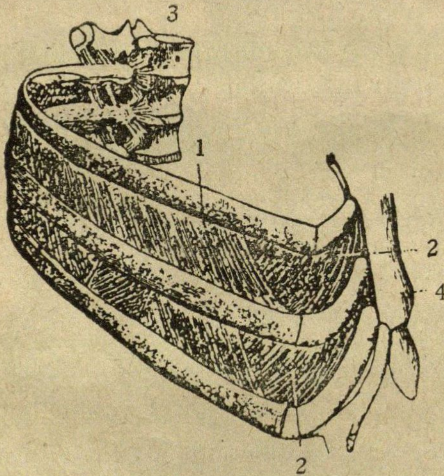


74 pav. Žmogaus plaučiai: a-gerklos, b-kvėpuojamoji gerklė, c-dešiniasis plautis, d - kairiasis plautis, e-dešiniasis širdies skilvelis.

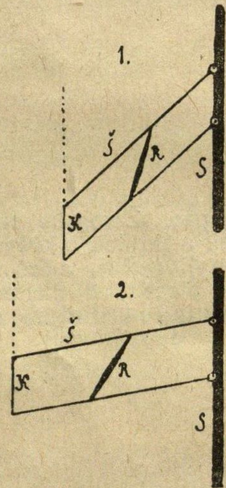
ir stipriai suauga su jomis. Krūtinės ir plaučių plėvros sklandžiai susiglaudusios ir, kad kilnojantis krūtinei plaučiai nesitrintų į jos sienas, abi plėvros suvilgytos skysčiu. Jei kartais plėvrai atsitinka susirgti, to skystimo prisirenka tiek, jog varžo plaučių judėjimą ir neduoda jiems įsitraukti kiek reikiant oro ir labai pasunkina kvėpavimą.

Kvėpavimas. Krūtinės dėžė, kurioje laisvai kaba plaučiai, iš visų pusių uždaryta aklinai. Jos užpakalinė siena — stuburas, šonuose — šonkauliai, sujungti dviem raumenų eilėm,

priekyje — krūtinkaulis ir apačioje — dangos. Dangų vidurys padarytas iš stipraus jungiamojo audinio, nuo kurio į visas puses eina raumenų pluoštai; tokiu būdu, dangos yra plokščias raumuo su sausgysle viduryje; todėl, kaip kiekvienas raumuo, jos geba susitraukti ir atsileisti. Susitraukusios dangos—plokščios, atsileisdamos jos pakyla savo viduriu ir gauna skliauto pavidalą. Šonkaulių raumens ištisę įžulniai dviem sluoksniais (75 pav.). Kada vieni raumens (1) susitraukia, šonkauliai pakyla ir pasiduoda į šalis, o krūtinkaulis — į priekį; kiti raumens (2) traukia šonkaulius žemyn (76 pav.).



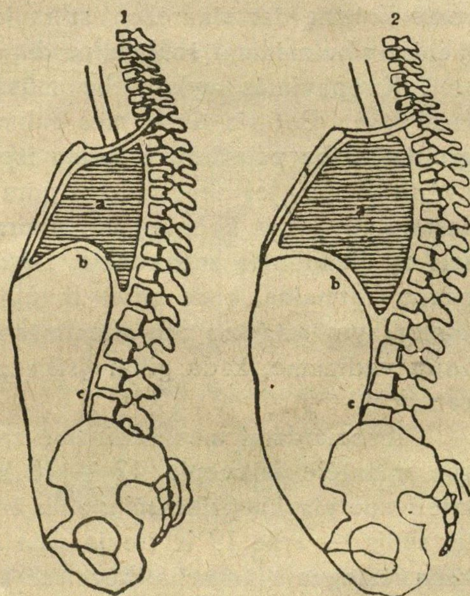
Pav. 75. Trys dešinieji šonkauliai su savo slanksteliais (3) ir krūtinės kaulu (4); 1-raumens, kurie kelia šonkaulius aukštyn, 2-raumens, kurie juos nuleidžia žemyn.



76 pav. Šonkaulių (š) padėtis: 1-stipriai išsikvėpus, 2-giliai įsikvėpus. R-raumuo, K-krūtinkaulis, S-stuburas.

Tarp plaučių ir krūtinės sienų oro visai nėra ir iš aplinkumos jam nėr pro kur įeiti; jis įeina į plaučius tiktai pro kvėpuojamą gerklę, išplečia juos ir laiko priglaudęs prie dėžės sienų. Dabar pravartu pasiklausti, kokia priežastis, mums kvėpuojant, čia traukia orą į plaučius, čia varo jį iš plaučių laukan. Kada raumens pakelia šonkaulius, ir kada tuo pat metu nuslūgsta dangos, visa krūtinės dėžė darosi erdvesnė, plaučiai palaidesni, ir aplinkumos oras, įsiverždamas į plaučius, plečia juos, kiek leidžia dėžės sienos, nes oro tirštumas ir slėgimas

turi būti vienodi tiek plaučiuose, tiek aplinkumoje*). Panašiu būdu oras eina į dumples, kada mes darome jas erdvesnes. Tą momentą, kada plaučiai įsitraukia orą, mes vadiname *įsikvėpimu*. Bronchais ir jų šakelėmis oras pasklysta po visus plaučius ir pripildo pūslytes. Pridėję ausį prie krūtinės, mes galime užgirsti duslų užesį nuo sklystančio vamzdeliais oro. Tuo naudojasi gydytojai ir tirdami plaučių užesį sprendžia, ar gerai ir tiksliai darbuojasi plaučiai: pakitėjęs užesys rodo plaučius nebe



77 pav. Krūtinė ir dangos: 1-išsikvepiant (dangos pakilusios, pilvas subliuškęs), 2-įsikvepiant (dangos nusmukusios, pilvas papampęs, plaučiai išsiplėtę).

tvarkoje esant; jei užesio kai kurioje plaučių dalyje visai nebegirdėti, tai pūslyčių takai yra užsikimšę, ir oras į pūslytes nebeįeina. Plaučių viršūnės mažai tedalyvauja kvėpavime: jas oras pasiekia, tiktai giliai mums įsikvėpus; dėl to plaučiai pradeda gesti dažniausiai nuo viršūnių. Iš to matome, kiek svarbu mums vadinama plaučių gimnastika (gilus kvėpavimas).

Kadangi po dangomis guli mūsų virškinamieji viduriai: pilvelis, jeknos ir t.t., tai dangos, nuslūgdamos įsikvėpiant, numyga tuos organus žemyn, ir mūsų pilvas tuo momentu papampsta (77 pav., 2).

Įsikvėptas oras netrukus iš plaučių išeina; tą momentą vadiname *išsikvėpimu*. Šonkaulių raumens, kurie įsikvepiant buvo

*) Centimetriniu kaspinu išmatuokit savo krūtinės apimtį stipriai išsikvėpę ir giliai įsikvėpę.

susitraukę, atsileidžia, ir šonkauliai smunka žemyn; susmunka ir visa krūtinės dėžė. Dangos taip pat atsileidžia, bet jos savo dėka negalėtų pakilti ir išsigaubti skliautu, nes raumuo dirba tik viena kryptim; raumeningos pilvo sienos nustumia vidurius senojon vieton ir tuo būdu išgaubia dangas, o pats pilvas, kurs buvo papampęs, subliūška (77 pav., 1). Pasiaurėjusi krūtinės dėžė suspaudžia plaučius, bet ir savaime jie gniūžta ir varo orą laukan. Jei mums atsitinka išsikvėpti labai stipriai, tai darome krūtinę dar siauresnę, sutraukdami antro sluoksnio raumenis ir nuleisdami šonkaulius dar žemiau.

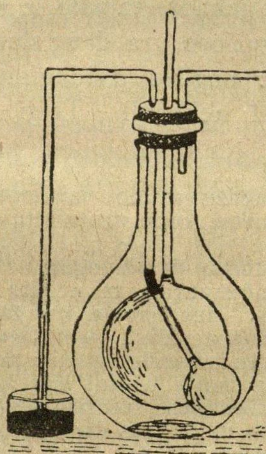
Kvėpavimas vyksta be mūsų valios ir nepasiliauja, kol mes gyvi. Bet vis tiktai mes galime savo noru kvėpavimą pagreitinti arba palėtinti, stipriau išplėsti plaučius ir daugiau įsikvėpti oro ir, jei ne visai, tai nors vienai minutei kvėpavimą sustabdyti. Mes kvėpuojame paprastai vienodu ritmu, bet kartais tą vienodumą sutrikdome. *Atsidusimu* vadiname tokią kvėpavimo atmainą, kada giliai įkvėptą orą pamažu išleidžiame; *kosulys* yra smarkus oro stūmimas pro uždarą balso plyšį; *čiauduliu* vadiname, kada giliai įsikvėpę smarkiai išstumiame orą pro nosį.

Kvėpuodami mes vėdiname savo plaučius. Užaugęs žmogus minutėje įsikvėpia 12 — 18 kartų. Bet tas skaičius gali kitėti nuo visokių priežasčių; gulįs žmogus įsikvepia apie 13 kartų, sėdįs — apie 19 ir stovįs apie 23. Kvėpavimas patankėja, kada žmogus eina arba bėga ar kitaip juda, ir net kai būna susijaudinęs. Tankumas pareina ir nuo amžiaus: naujagimis kūdikis įsikvepia 62 — 68 kartus minutėje, įškaršęs senis kvėpuoja irgi tankiau už žmogų vidutinio amžiaus.

Plaučių talpumas. Žmogaus plaučių talpumas pareina nuo jo ūgio ir krūtinės apimties. Imant vidutiniškai, suaugęs vyras, jei įsikvepia kiek tik galėdamas, sutalpina savo plaučiuose apie 4900 kub. centimetrų oro. Jei dabar jis pabandytų iškvėpti oro kuo daugiausia, tai jam pavyktų išvaryti iš plaučių tik apie 3700 kb. cm.*), visas kitas, ne mažiau, kaip 1200 kb. cm., visados pasilieka plaučiuose. Bet ramiai kvėpuojant, abu žmogaus plaučiai turi suėmę apie 3300 kub. cm. oro; šitą kiekį sudaro 500 kub. cm. apyvartos oro, arba to, kurį

*) Šis oro kiekis vadinas gyvybės tūris

žmogus tolydžio čia išleidžia, čia įsitraukia, apie 1600 kub. cm. atsargos oro, kurį po lengvo iškvėpimo galėtų dar išstumti, stipriai išsikvėpęs, ir apie 1200 kb. cm. likučių oro. Atrodo, kad užtenka 6 — 7 įsikvėpimų, kad pasikeistų visas plaučių oras (3300:500), tačiau to nėra, nes apyvartos oras ne visas pasiekia plaučių pūslytes ir reikia padaryti 9 — 10 įsikvėpimų. Per 1 minutę, kaip matome, žmogus praleidžia pro savo plaučius 6 — 8 litrus (500 kb. X 12) oro, bet dirbdamas raumeninį darbą 40 — 60 litrų. Atsargos oras turi tos svarbos, kad kraujas, net mums išsikvėpus, nesustoja siurbęs deguonį iš



78 pav. Prietaisas, kuriuo galima parodyti krūtinės dėžės siurbiamasis veikimas.

atsargos oro; bet to, įtraukiamas šaltas oras susimaišo su šiltu atsarginiu ir staigiai neatšaldo plaučių, kas būtų pavojinga žmogui ypač žiemos metu.

Kada mums įsikvepiant plečiasi krūtinės dėžė, paskui ją plečiasi ne tik plaučiai, bet ir kiti organai, įdėti krūtinėje, būtent: širdis, vėnos ir limfos indai. Ta aplinkybė turi mums nemažai svarbos, nes padeda širdžiai traukti kraują iš vėnų, o kraujui tekėti vėnomis. Kada mums išsikvėpiant krūtinė gniūžta, įsiurbtas kraujas grįžti atgal nebegali, nes jo neleidžia vėnų vožtuvėliai. Siurbiamąjį krūtinės veiksmą paaiškina toksai prietaisas (78 pav.). Stiklinės ropės kamštyje įverti trys stikliniai vamzdeliai: ant vieno vamzdelio galo, ropės viduje, užmauta didelė guminė pūslė — tai yra mūsų vaizduojami plaučiai; ant kito vamzdelio, kurs atstoja kiauravidurę vėną, užmauta mažesnė guminė pūslė — tai vaizduojama širdis; antras jos galas įstatytas gyvajame sidabre, kurs atstoja kraują. Jei dabar trečiuoju vamz-

deliu mes siurbiame iš ropės orą, tad į didžiąją pūslę eina oras iš aplinkumos ir ją iškečia; bet tuo pat metu išsikečia ir mažoji pūslė (širdis), o gyvasis sidabras, nors ir sunkesnis už kraują $13^1/_2$ kartų, pakyla kiek vamzdžiu aukštyn, besiartindamas prie vaizduojamos širdies.

Kūno šilima. Žmogus valgo kasdien maistą, o kvėpuodamas traukia iš oro deguonį. Maisto medžiagos kūno dalyse jungiasi su deguonim, arba, kitaip tariant, dega, ir iš to darosi mūsų kūne šilima. Svarbiausi šilimos gamintojai yra raumens, paskui jeknos, inkstai ir kiti organai. Sudėtingos maisto medžiagos, kuriose yra daug slaptos jėgos, degdamos virsta paprastesnėmis: anglies dvideginiu, vandeniu ir kitomis, kurios daugiau degti nebegali. Taigi, mūsų kūno šilimos šaltinis yra maistas.

Maisto medžiagas mes gauname iš augalų ir gyvulių; net plėšrieji gyvuliai, pav. vilkai, kurie minta kitų gyvulių mėsa, vistiek, nors netiesioginiu būdu, naudojasi tomis medžiagomis, kurios buvo pirmiau augalų pagamintos. Vadinasi, tiek žmogus, tiek gyvuliai visai priklauso augalijos. Jei nebūtų žemėje augalų, tai nebūtų žolėdrų gyvulių, nebūtų plėšriųjų ir paties žmogaus. Mes žinome, kad žalieji augalai, įsitraukę iš dirvožemio ir oro nedegamų medžiagų — anglies dvideginio, vandens ir kitų, saulės šviesoje paverčia jas sudėtingomis: skrobylu (krakmolu), baltymais, riebalais. Pagautąją saulės šviesos jėgą augalai sutaupo savo kūno dalyse ir pagamintose maistinėse medžiagose (sėklose, šakniaropėse). Ta slaptoji jėga, kai maisto medžiagos dega žmogaus ir gyvulių kūne, virsta gyvąja kūno jėga ir šilima. Tokiu būdu, tarp gyvulių ir augalų vyksta nuolatinis medžiagų mainas ir jėgų apyvarta.

Kaip nelygu maistas, taip nelygiai žmogus gauna iš jo šilimos. Privalomieji kasdieniniai (žiūr. pusl. 83) 118 gramų baltymų sudegę duoda žmogui 17,2% visos gaunamos šilimos, 56 gramų riebalų 18,5% ir 440 gramų skrobylo — 64,2%. Kadangi degimas vyksta kūne be paliovos, tad ir šilima darosi nuolat. Suaugęs žmogus vidutiniškai gamina tiek šilimos, kiek jos reikia tam, kad savo kūno temperatūrą per $^1/_2$ valandos pakeltų vienu C laipsniu. Vadinasi, jei šilima nuolat darytųsi ir nebūtų eikvojama, tai greitu laiku, būtent po 36 valandų, kūnas įkaistų per 100^0 C ir visas suvirtų.

Bet gi mes žinome, kad mūsų kūno temperatūra pasilieka beveik visad vienoda, arti $36,5^0$C; tad aišku, kad kiek jos pasidaro, tiek jos turi būti eikvojama. Idant žmogus jaustųsi sveikas, reikia, kad šilimos nuostolis būtų lygus su jos pajamomis. Kūnas aušinti yra toks pat būtinas reikalas, kaip šilima gaminti.

Savo šilimą kūnas išsklaido visų pirm į aplinkumos orą, ir tas nuostolis būna juo didesnis, juo oras šaltesnis ir juo smarkiau jis eina pro mūsų kūną; iš to mums suprantama, kodėl taip aušina mūsų kūną šaltas ir stiprus vėjas. Vandenyje šilimos nuostolis dar didesnis, kaip ore: besimaudančiam žmogui vanduo atrodo šaltesnis už orą, nors vanduo ir oras būtų tos pat temperatūros. Sklaidymo keliu mūsų kūnas nustoja šilimos visų daugiausia. Mažesnė jos dalis išsieikvoja vandeniui nuo kūno paviršiaus garinti, maistui šildyti ir kitiems galams. Apskaičiuota, kad nuo kūno paviršiaus išsisklaido apie 74,5% visos gaminamos šilimos, prakaitui garinti išsieikvoja 12,5%, arba iš viso pro savo paviršių kūnas nustoja apie 87%, plaučių vandeniui garinti eina 10%, įkvėpiamam orui šildyti — 1,3% ir maistui šildyti — 1,7%. Nors aplinkumos orui tenka visų didžiausias kūno išleidžiamos šilimos procentas, tačiau tiek karštųjų kraštų, tiek šiaurės gyventojai turi vienodą kūno temperatūrą; ir mūsų krašto žmonių temperatūra pasilieka ta pati žiemą ir vasarą, dieną ir naktį. Aišku, kad mūsų kūnas sugeba taikintis visokioms aplinkybėms ir taip reguliuoti šilimos darymąsi ir nuostolius, kad jo temperatūra visad būtų vienoda.

Kada oras žiemą atšąla, žmogus vartoja daugiau maisto, ypač riebalų, kurie degdami kūne duoda daug šilimos; tą mes pastebime ir šaltuose kraštuose, kur žmonės labai riebiai valgo.

Žinoma taip pat, kad orui įšilus mūsų oda parausta, prisigeria kraujo, darosi minkšta, ir ima mušti prakaitas, kurs garuodamas išsineša nemaža šilimos; šaltame ore darosi atvirkščiai. Toliau, oro temperatūrai pakilus, ima plakti tankiau širdis ir šiltesnį kraują iš vidaus kūno dalių varyti į paviršių, ir juo daugiau kraujo pasklysta mūsų kūno odoje, juo daugiau šilimos išsisklaido į orą. Šalia to kvėpavimas patankėja, ir todėl pro plaučius praeina daugiau šalto oro ir daugiau išgaruoja iš plaučių vandens.

Šiltakraujams gyvuliams pati gamta padeda tvarkyti šilimos išlaidas, arba teikdama jiems žiemos metu šiltus gaurus ir lengvesnį kailį vasarą, arba įklodama storą lašinių sluoksnį po oda tų gyvulių, kurie gyvena šaltame krašte arba vandenyje. Žmogus tą patį tikslą pasiekia dėvėdamas tinkamais klimatui ir metų laikams drabužiais: žiemą vilki šiltais kailiniais, o vasarą dažnai vienais marškiniais tenkinas.

Klausimai.

1. Kuo skiriasi iškvepiamas oras nuo įkvepiamo oro?
2. Kaip patirti, kad mes išleidžiame iš plaučių anglies dvideginį?
3. Kodėl uždarytame kambaryje, kur daug žmonių, sunku kvėpuoti?
4. Kodėl suaugusių žmonių plaučiai tamsūs?
5. Kodėl pro nosį sveikiau kvėpuoti, negu pro burną?
6. Kodėl ryjamas maistas nepakliūva į gerklę?
7. Kokios reikšmės turi judamas gerklų kremzlių sujungimas?
8. Kodėl vaikų balsas laibesnis, negu užaugusio?
9. Kodėl tuo pat metu mes negalime ryti ir kvėpuoti?
10. Kokios turi svarbos daugybė pūslyčių plaučiuose?
11. Ar duoda naudos gatvių laistymas vasaros metu?
12. Kodėl nesveika persausas ir perdrėgnas oras?
13. Kodėl plaučiai neskęsta vandenyje?
14. Kas traukia orą į plaučius?
15. Kodėl plaučiai pradeda gesti nuo viršūnių.
16. Kas varo orą iš plaučių laukan?
17. Kas kelia dangas aukštyn?
18. Kodėl kvėpuojant kilnojasi pilvas?
19. Kokios svarbos turi plaučių atsargos oras?
20. Katras kraujas turi būti šiltesnis, ar tas, kurs teka į plaučius, ar kurs iš plaučių?
21. Katra maisto rūšis duoda daugiau šilimos: ar 1 gr. riebalų, ar 1 gr. skrobylo, ir kiek kartų?
22. Kodėl dirbąs žmogus suvartoja daugiau maisto?
23. Kodėl kūno temperatūra visad esti vienoda?
24. Kodėl žiemą mes valgome daugiau?
25. Kodėl alkanas žmogus greičiau šąla, kaip sotus?
26. Kodėl padirbėjusiam žmogui darosi šilčiau?
27. Kodėl žmogaus temperatūra rytais esti žemesnė, o vakarais bent kiek pakyla?

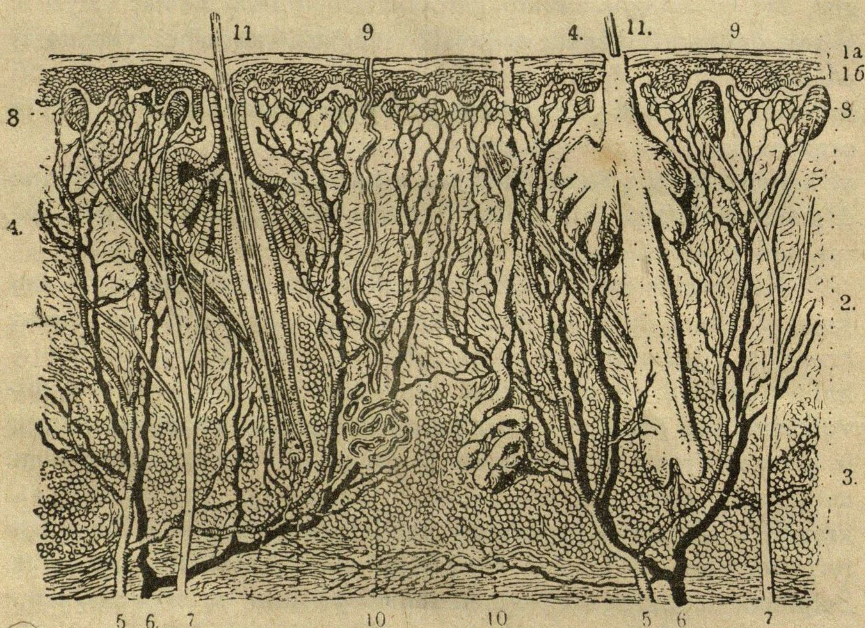
VII. Šalinamieji organai.

Sudegusios kūno medžiagos yra jam ne tik nebereikalingos, bet ir žalingos. Kaip garo mašina reikia nuolat valyti ir šalinti degimo liekanos: anglies dvideginis, atidirbęs vanduo ir pelenai, kad jos darbo netrukdytų, taip iš mūsų kūno turi būti šalinama visa, kas gali pakenkti jo nepaliaujamam darbui. Tie organai, kuriems pavesta toks uždavinys atlikti, vadinasi *šalinamieji organai.* Kadangi plaučiai ne tik tiekia mūsų kraujui deguonį, bet taip pat šalina anglies dvideginį ir vandens garus, tad plaučius galime vadinti ir šalinamaisiais organais.

Kai kurios medžiagos, pav. spiritas, žvakė, sudega be liekanų ir virsta dujomis; nuo kitų, pav., nuo sudegusių malkų krosnyje lieka nebedegamų pelenų. Pelenai susidėję iš mineralinių medžiagų, kurias augalai beaugdami buvo įsitraukę iš dirvožemio, kur jos buvo ištirpusios dirvožemio vandenyje; todėl ir pelenai tirpsta vandenyje. Panašiai iš maisto mūsų kūno audiniuose atsiranda kietų žalingų medžiagų, kurios ištirpsta kraujyje. Toms ištirpusioms medžiagoms šalinti turime tam tyčia organus — inkstus ir įdėtas odoje prakaito liaukutes. Šalinamiesiems organams medžiagas pristato arterijomis kraujas; todėl visa, kas padeda kraujui skrieti, padeda ir mūsų kūną valyti, ir atvirkščiai, kas trukdo kraujo skriejimą, tas visa pasunkina šalinamųjų organų darbą. Pirma pasipažinsim su mūsų oda.

Bendra odos apžvalga. Oda yra sudaryta iš dviejų sluoksnių: paviršutinio, arba *epidėrmio,* ir apatinio sluoksnio arba *tikrosios odos* (79 pav. 1—2). Epidėrmis daug plonesnis už tikrąją odą; jo mes turime irgi du sluoksnius: išviršinį *raginį* (1) ir po juo gulintį — *gleivingąjį* (1 a). Raginis sluoksnis susidėjęs iš nebegyvų, plokščių narvelių, kurie nuo paviršaus pamažu lupasi ir nubyra pleiskanomis arba nusitrina besiprausiant. Raginis sluoksnis neturi kraujo indų ir yra nejautrus; todėl jis

galima brėžti ir net adata durti be kraujo ir sopulio. Raginis jis vadinasi dėl to, kad jo plokšti narveliai virtę ragine medžiaga. Jei mes nusidegam odą, tai iššoka pūslė ir prisipildo skysčio; tos pūslės sienelė yra ne kas kita, kaip kalbamas raginis sluoksnis. Jis apsaugo gleivingąjį sluoksnį, kurs, netekęs tos apsaugos, yra labai opus paprastam palietimui ir užsikrėtęs bakterijomis ima pūliuoti. Jei kieno rankoms tenka nuolat trintis į kietus įrankius, tai nuo trynių raginis rankų sluoksnis darosi storas, ir rankos, kaip sakome, sugrumba.



79 pav. Oda: 1 a-raginė plėnelė, 1 b-gleivinė plėnelė, 2-tikroji oda, 3-riebalinis paklodas, 4-plauko raumuo, 5 ir 6-arterija ir viena (juodoji), 7-dirksniai, 8-dirksnio galūnė, 9-taukinės liaukutės, 10-prakaito liaukutės, 11-plaukas; kairėje plaukas, prakaito ir taukų liaukutės perpiautos išilgai.

Gleivingasis sluoksnis susidaręs iš minkštų gyvų narvelių. Artimieji raginiam sluoksniui jo narveliai pamažu apmiršta, išdžiūsta ir virsta plokščiais raginiais; tuo tarpu gilesnieji be paliovos dauginas ir stoja nebegyvų vietoje; dėl to raginis sluoksnis, kad ir nusitrina nuo paviršiaus, bet plonesnis nesidaro (6 pav.). Gleivingojo sluoksnio narveliuose yra spalvingų grūdelių, nuo kurių pareina įvairių žmonių rasių odos spalva, pav. negrų ir mongolų. Mūsų intapai ir strazdanos pasidarę nuo to, kad ta spalvingoji medžiaga ne vienodai pasklydusi po sluoksnį,

bet susikaupusi kur-ne-kur, atskiromis vietomis. Nuo saulės karštų spindulių mūsų odoje spalvingų grūdelių randas daugiau, ir oda vasaros metu patamsėja, arba, kaip sakome, nudega nuo saulės. Epidėrmis tuo skiriasi nuo tikrojo odos sluoksnio, kad jame nėra kraujo indų, ir tuo, kad susidaręs iš sluoksninio audinio, tikroji gi oda — iš jungiamojo audinio.

Tikroji oda pasižymi savo tvirtumu; ir tikrai, iš kai kurių gyvulių odos dėl jos tvirtumo dirba diržus, pakinktus, avalynes, padus ir t.p. Odoje yra daug kraujo indelių, smulkių arterijų (5) ir venų (6), nuo kurių kraujo pareina odos rausvumas; juo plonesnis kur epidėrmis, juo tas rausvumas aiškesnis; pav., lūpos dėl epidėrmio plonumo yra skaisčiai raudonos. Mūsų veidai parausta, kada kraujo indeliai prasikečia ir pritvinksta kraujo, ir išblykšta, jei susitraukia ir išstumia kraują.

Giliose ir siaurose odos įdubose įsmigę *plaukai* (11). Jų šaknies galas kiek paputęs, storesnis; jo apačioje pūpso odos spenelis, kurį maitina smulkutė arterija. Spenelis apsuptas sluoksniu narvelių, kurie dauginas, ir nuo to plaukas auga iš apačios. Senieji narveliai miršta, susiploja, sulimpa kits su kitu ir, kaip paviršutinės odos narveliai, virsta ragu. Taip pasidaro plaukas, kurį mes be sopulio kerpame. Žmonių plauko spalva nevienoda, ji pareina nuo tam tikrų dažų, arba pigmento. Kada senatvėje jų vieton įsiskverbia oro pūslelių, plaukas darosi baltas, arba pražilsta. Prie plauko įdubós sienos, arba prie plauko maišelio prisisegusios raumeninės skaidulos (4); kada jos susitraukia, oda šiurpsta, ir plaukai šiaušiasi. Plaukais mūsų kūnas apaugęs nevienodu tankumu; daugiausia jų yra galvoje, lig 80.000; šiaip kūno paviršius apaugęs vos įžiūrimais gyváplaukiais; delnai, pėdos ir lūpų sučiaupiama dalis plaukų visai neturi. Plaukas gyvena apie 2—4 metus. Pasenusius ir iškritusius nejučiom pavaduoja jauni. Nagai, kaip ir plaukai, yra rago; jie ir auga taip pat iš odos, iš tam tikros jos raukšlės. Ilgai nekarpomi nagai pagaliau nustoja augę ir užsiriečia.

Tikrojoje odoje yra liaukučių, kurios leidžia taukus; jos atsidaro plauko maišelyje, o rečiau odos paviršiuje; vadinasi jos taukinės *liaukutės* (9). Taukai pasidaro iš suirusių liaukutės narvelių. Kada tie narveliai prisipildo taukų, tai plyšta ir išleidžia taukus; juos pakeičia kiti jauni narveliai. Paliai plauką taukai išeina paviršiun ir ištepa palaidą plauko dalį ir raginį odos sluoksnį. Taukuotas plaukas nelūžta, ir oda darosi nuo

taukų minkštesnė, lankstesnė ir neįsileidžia vandens. Taukinės liaukutės pagamina per dieną lig 20 gr. taukų.

Be visa kita, odoje yra dirksnių (7), nuo kurių pareina jos jautrumas; apie dirksnius bus kalbama paskiau.

Šalinamasai odos darbas. Didinamaisiais stiklais mūsų odoje galima pastebėti daugybė smulkių skylučių; nuo jų gilumon eina vamzdeliai plonesni už plauką, jie pradžioje įviji, toliau tiesūs (79 pav., 10). Odos gilumoje tie vamzdeliai susivįję kamuolėliais; tai yra odos šalinamieji organai. Iš narvelių, kuriais išklotos vamzdelių vidaus sienos, sunkiasi skystis, vadinamas prakaitu, ir pakilęs išeina odos paviršiun, todėl kalbami kamuolėliai vadinasi *prakaito liaukutės*. Prakaitas yra vanduo su ištirpusiomis ir mūsų kūnui nereikalingomis medžiagomis. Prakaitas be paliovos sunkiasi iš odos ir tuojau nuo jos nugaruoja; bet kitą kartą, kada mums būna šilta arba kada mes sunkiai dirbame, prakaitas ima mušti stipriau ir, nespėdamas garuoti, susirenka odos paviršiuje dideliais lašais. Iš prakaito išgaruoja tiktai grynas skystis, ištirpusios gi kietos medžiagos pasilieka odos paviršiuje; jos nusilupa arba kartu su pleiskanomis, arba mes jas nuplauname besiprausdami.

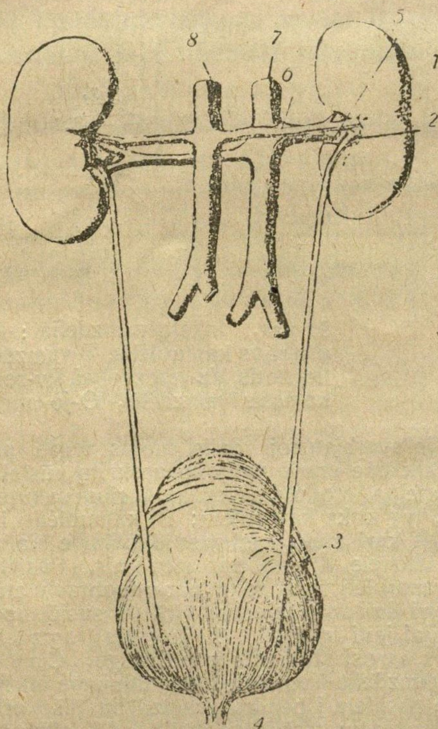
Prakaito liaukutės apraizgytos kraujo indeliais; kraujas nusityrinęs, vadinas, atidavęs dalį vandens su jo priemaišomis, grįžta atgal smulkutėmis vėnomis. Prakaito liaukučių yra tiek daug, jog kai kur (nugaroje, skruostuose) vieno ketvirt. centimetro plote jų rastume lig 200, kai kur (kaktoje, kakle) — lig 400, o pėdoje ir delne — net ligi 1000; iš viso gi prakaito liaukučių kūno paviršiuje priskaitoma per $2^1/_2$ milijonų. Toks jų daugumas rodo, kokios svarbos jos turi kraujui tyrinti. Per visą parą liaukutės išvaro apskritai 500—800 gramų vandens, 3—9 gr. anglies dvideginio ir 2—10 gr. kietų medžiagų. Prakaite, be to, yra riebių medžiagų, nuo kurių jis turi savotišką kvapą. Mūsų kūnas, leisdamas pro odą kraujo atmatas, tokiu būdu per parą nustoja $^1/_{80}$ savo svorio, arba arti 1 kilogramo. Toks didelis yra tų smulkučių organų darbas!

Pro odos skylutes kraujas pašalina, apskritai imant, 8 gr., arba 1% to anglies dvideginio, koks išeina pro plaučius; bet gi pro odą iš oro į kraują įsiskverbia ir deguonies, nors žymiai mažiau, kaip 1% to deguonies, kurį įsitraukia plaučiai. Tokiu būdu, jei plaučius mes galime vadinti šalinamaisiais organais, tai visai teisingai odą galime laikyti kvėpuojamuoju organu.

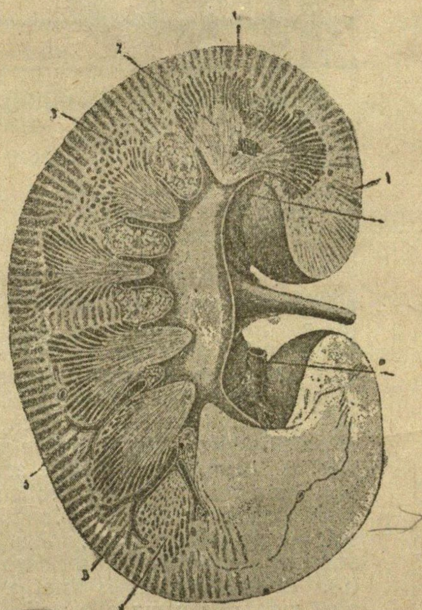
Nors tas odos kvėpavimas palyginti su plaučių kvėpavimu yra menkas, vis tik įtikina mus, kad mūsų organizmas, kur tik gali, duoda plaučiams talkininkų. Jei kas laiko savo odą nešvarią, tas pasunkina plaučių darbą, nes šiems prisideda ta jo dalis, kurią turėtų nuveikti oda.

Su raumenimis, rečiau su kaulu ir gyslomis, tikroji oda surišta jungiamuoju audiniu. Jis yra minkštas ir tamprus, leidžia mums odą susmaukti raukšlėmis ir nekliudo raumenims judėti. Tame audinyje randame kur mažiau kur daugiau riebalinių narvelių, kurie kai kada sudaro storą lašinių sluoksnį. Jis tačiau labai nevienodai susiklojęs po oda: galvoje, pav., jis visad plonutis, o šonuose ir pilve gali būti gero storumo.

Inkstai*)**.** Inkstai įdėti pilvo ertmėje abipus stuburo (40 pav.), ties viršutiniais juosmens stuburnariais. Tai yra pora



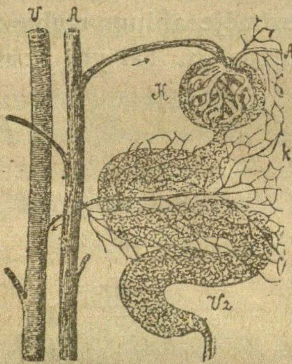
80 pav. Inkstai: 1-inkstai, 2-šlapimų vadokliai, 3-šlapimų pūslė, 4-leidžiamasis takas, 5-inksto vėna, 6-inksto artėrija, 7-žemutinė kiauravidurė vėna, 8-aorta.



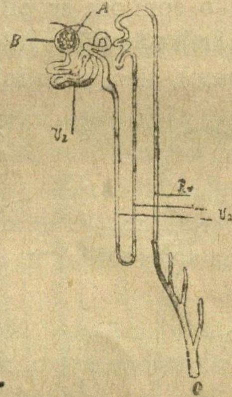
81 pav. Išilginis inksto piūvis: 1 - inksto pluta, 2 - piramidė, 5- perpiauti kraujo indeliai.

*) Inksto pavyzdžiu gali būti kurio nors gyvulio inkstas.

rusvų organų, savo vaizdu panašių į pupos sėklą; įgaubtais šonais inkstai atsigręžę į stuburą, išlenktais į — šalis (80 pav.). Į kiekvieną inkstą ateina aortos šaka, arterija (6), ir išeina vėna (5), žemutinės vėnos šaka. Inkstų arterijos varo į inkstus kraują, kad jis išsityrintų, t.y., paliktų inkstuose vandenį su žalingomis mineralinėmis ir organinėmis medžiagomis; vėnomis išeina iš inkstų jau tyras kraujas. Perpiovę inkstą išilgai, matome, kad jo įdubusiame šone yra ertmė, kurioje kyšo nuo 12—15 kūgio pavidalo kūnelių, taip vadinamų inksto piramidžių (81 pav., 2). Piramidės išilgai bruožuotos ir bent kiek šviesesnės, negu paviršutinis inksto sluoksnis, vadinamas inksto pluta (1).



82 pav. Inksto košiamas prietaisas: A - arterija, V-vėna, k-kapiliarai, K-kamuolėlis pūslelėje, Vz-vamzdis.



83 pav. Inksto vamzdeliai: A-arterijos kamuolėlis, B-vamzdelio žotis, Vz-vamzdeliai, Rv-renkamasis vamzdelis, O-jo anga.

Kaip sudaryta inksto pluta, jo svarbiausioji dalis, mums tegali paaiškinti mikroskopas. Joje mes randame arti 2 milijonų apskritų pūslelių (82 pav., k). Į kiekvieną pūslelę ateina plonutė arterija, kurios šakutės, susipynusios, pripildo visą pūslelę, lyg koks kamuolėlis; iš kamuolėlio išeina dar plonesnė arterija (A), negu kuri atėjo. Jei mes įduobiame kiaurą sviedinį, jis darosi panašus į gilią lėkštelę dvigubomis sienomis. Pūslelė, kuri apgaubia arterijos šakučių kamuolėlį, yra toks pat įduobtas platus vamzdelio (Vz) galas; todėl ir ji turi dvigubas sienas, viršuje susičiaupusias; tik lieka siaura skylutė arterijai įeiti ir išeiti. Iš pūslelės vamzdelis prasideda siauru kakleliu, toliau jis darosi storesnis ir susirango. Čia vingiuotomis, čia tiesiomis kilpomis vamzdeliai susikloję paviršutiniame inksto sluoksnyje (83 pav., Vz); toliau jie susilieja į bendrus vamzdelius, iš kurių sudarytos piramidės, ir atsidaro piramidžių viršūnėse tūkstančiu skylučių (0). Išeinanti iš pūslės arterija subyra į kapiliarus (82 pav., k), kurie apipina vingiuotą vamzdelio dalį.

Pažiūrėkime dabar, kokios reikšmės turi toks painus inksto sudarymas. Vamzdeliai su kraujo kapiliarais yra košiamasai inksto prietaisas. Kraujas, ateidamas į pūslelę platesniu indu ir išeidamas siauresniu, turi kamuolėlyje susigrūsti ir veržti plonutes indų sieneles. Nuo to varžto kraujo vandens dalis prasisunkia į pūslelę ir nuteka į vamzdelį. Tokiu tat būdu tyrinasi kraujas, išstumdamas visur, kur tik kapiliarai apraizgo vamzdelius, šalintiną kraujo vandenį.

Šalinamas vanduo su ištirpusiomis medžiagomis, arba vadinami šlapimai, pro piramidžių skylutes renkasi inksto ertmėje ir iš čia tam tikru vamzdžiu, šlapimų vadokliu (80 pav.), nuteka į raumeningą pūslę, gulinčią pilvo apačioje.

Per visą parą inkstai pašalina iš kūno 500—1500 gramų vandens, kuriame yra ištirpusių 30—40 gr. kietų medžiagų, daugiausia azotingos medžiagos, urėjos. Įdomu, kad inkstai, šalindami iš kraujo vandenį su priemaišomis, neleidžia sunktis iš kraujo labai svarbioms mums baltyminėms medžiagoms.

Mūsų kūno protoplazma yra susidėjusi, be grynanglio ir vandenilio, iš azoto, sieros, fosforo, geležies ir deguonies. Gyvame organizme pirmieji 6 elementai jungiasi su deguonim, ir mes žinome, kuo virsta grynanglis ir vandenilis. Kitų elementų junginiai su deguonim ir su pelenų elementais sudaro kaip tik tas kietas medžiagas, kurias ištirpusias vandenyje nuolat šalina inkstai ir tam tikromis sąlygomis oda.

Kad galėtume palyginti visų šalinamųjų sistemų darbą, paduodame čia lentelę, kuri rodo, kiek kuri sistema ir kokias medžiagas šalina per 24 valandas.

	plaučiai	oda	inkstai
vandens	300 gramų	500-800 gr.	500-1500 gr.
anglies dvideg.	865-900 gramų	3-9	—
kietų medžiagų	—	2-10	30-40 gr.

Klausimai.

1. Kokios svarbos turi raginis odos sluoksnis?
2. Kodėl raginis sluoksnis nusitrindamas neina plonyn?
3. Dėl ko nuo saulės nudega oda?
4. Kuo skiriasi epidėrmis nuo tikrosios odos?
5. Kaip auga plaukas?
6. Kokios svarbos turi taukai, kurie ištepa mūsų odą?
7. Kokiu būdu oda padeda plaučiams dirbti?
8. Ar svarbu oda laikyti švari?
9. Kokios reikšmės turi prakaitavimas šiltą dieną?
10. Kodėl, kai būna sausas oras, žmonės ištrokšta gerti?
11. Kuo mums žalingi drėgni butai?

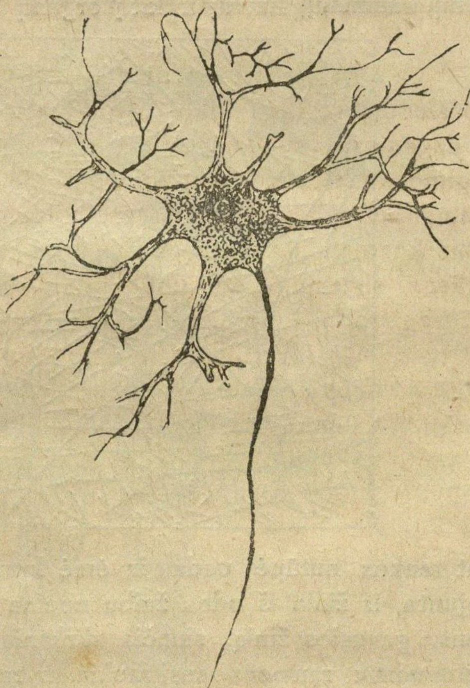
VII. Dirksnių sistema.

Mes matėme, kaip painiai sudarytas mūsų kūnas; mes pasipažinome su organais, kurie pristato kūno dalims kuriamosios ir degamosios medžiagos, kaip vyksta degimas, kaip šalinamos degimo atmatos ir iš kur kūnas gauna jėgos savo darbui varyti. Mums belieka pasižinti su tais organais, kurie valdo ir tvarko visas kūno dalis. Tie organai sudaro atskirą sistemą, vadinamą dirksnių sistemą. Kad ir sveikiausi būtų mūsų visi kiti organai, jie, pasirodo, nepradeda savo darbo, kol jiems neateina paliepimas iš dirksnių sistemos: nė vienas raumuo nepradeda trauktis, liaukutė nė vieno sulčių šlakelio nepagamina, nebūdami dirksnių sistemos paraginti. Maža to, organų darbas turi būti taip sutvarkytas, kad kiekvienas organas pradėtų ir stabdytų savo darbą tinkamu laiku, kad raumens trauktųsi, kada to reikia, ir liaukos leistų sultis, kada reikia; kad visi organai dirbtų sutartinai, nekliudydami kiti kitų. Ta tvarka rūpinas ta pati dirksnių sistema, ir tat yra jos antras uždavinys. Be to, mūsų organizmui svarbu žinoti, kas yra ir kas darosi aplinkumoje, idant galėtų susiieškoti visa, kas jo gyvybei reikalinga, idant apsisaugotų visa, kas kenkia jo sveikatai. Toks rūpestis irgi tenka dirksnių sistemai. Tuo būdu, dirksnių sistema yra viso organizmo šeimininkė ir tvarkytoja. Jei mes mūsų kūną lyginome su garo mašina, tai dirksnių sistema pridera lyginti su mašinistu. Nuo jo sumanumo pareina mašinos darbo sklandumas ir tvarka.

Atatinkamai trejopoms dirksnių sistemos pareigoms ji dalijama į tris skyrius: 1) centro sistemą, arba smegenis, kurios siuntinėja organams paliepimus ir priima įspūdžius iš pašalių, 2) dirksnius, kuriais tie paliepimai ir įspūdžiai eina, ir 3) jutimo organus, kurie praneša centro sistemai, kas darosi aplinkumoje.

Dirksnių organai sudaryti iš ypatingo audinio, su kuriuo mums reikia visų pirm susipažinti.

Dirksnių audinys. Narveliai, iš kurių sudarytas dirksnių audinys, pasižymi tuo, kad visi jie yra su ataugomis (pav. 84). Ataugų būna paprastai labai daug; vienos narvelio ataugos daugeriopai šakojasi, kitos nešakotos, susidėjusios iš ploniausių skaidulėlių, eina iš protoplazmos, kaip kokie siūlai, ir gali būti net metro ilgumo. Tie siūlai vadinasi dirksninės ataugos; jie kai kada įdėti medžiagoje, panašioje į riebalus, ir apvilkti plona plėnele. Plačioje protoplazmoje aiškiai matome apskritą

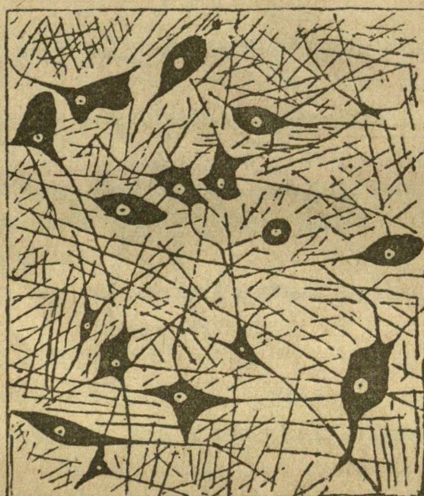


84 pav. Dirksninis narvelis su šakotomis ataugomis; a-nešakota atauga, arba dirksninė skaidula.

branduolį. Dirksniniai narveliai pakrikę mūsų kūne po vieną arba sudaro ištisus audinius (85 pav.). Mažesnės narvelių grupės, kurių mes galime rasti svarbiausiuose mūsų organuose, pav. širdyje, vadinasi *dirksnių mazgai*; jų dideli susibūrimai vadinasi *smegens*.

Smegens įdėtos galvos kauše ir stubure. Dirksninių narvelių sambūris, ar jis būtų mazguose ar smegenyse, yra rausvai pilkos spalvos ir todėl vadinasi *pilkoji dirksnių medžiaga*. Atvirkščiai, narvelių ataugos su savo palydovu jungiamuoju audiniu, kurs jas prilaiko, yra baltos spalvos ir vadinasi *baltoji dirksnių medžiaga*. Ataugos eina iš smegenų ne po vieną, bet

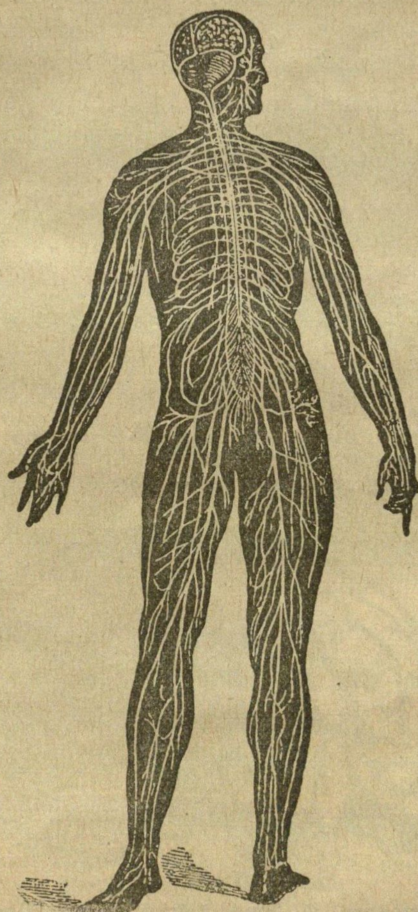
susidėjusios šimtais ir net tūkstančiais ir sudarydamos visokio storumo baltus pluoštus; tie pluoštai vadinasi *dirksniai* (86 pav.). Išėję iš smegenų dirksniai mūsų kūne pamažu susiskaido į plonesnius pluokštelius ir pagaliau išdrinka į atskiras plonutes skaidulas, kurios pasiekia smulkiausias kūno daleles. Tokiu būdu, savo dirksninėmis skaidulomis narveliai susisiekia su visokių kitų organų narveliais (33 pav.). Visi įspūdžiai, visa, ką mes tik pajuntame, ateina tomis skaidulomis, lyg telegrafo vielomis, į smegenų, raumenų, liaukų ir kitų organų narvelius. Imkim pavyzdį:



85 pav. Dirksnių audinys: narveliai ir jų ataugų rezginys.

ant rankos nutūpė uodas ir ėmė kraują siurbti; odos dirksniai pajunta, ir žinia iš odos žaibu nueina į smegenų narvelius; smegens, gavusios žinią, siunčia dirksniais paliepimą kitos rankos raumenims: raumens susitraukia, ir ranka nubraukia uodą šalin. Tokių paliepimų gauna ne tik raumens, bet ir kiti organai, pav., liaukos. Jei mes esame alkani, bet matome valgymus ir juntame jų gardų kvapą, tai nosies ir akių dirksniais smegens gauna tat žinoti ir siunčia seilinėms liaukoms paliepimą, kad seilių pagamintų. Tie dirksniai, kuriais į centro sistemą eina iš pašalių žinios apie visą, ką mes juntame, vadinasi *juntamieji dirksniai*; tie gi dirksniai, kuriais centro sistema siunčia paliepimus, arba paraginimus raumenims, liaukoms ir t. t., vadinasi *judinamieji dirksniai.* Matome, kad pojūčiai ir paliepimai eina ne tais pat keliais. Kadangi dirksnių skaidulos, tiek juntamųjų tiek judinamųjų, visos yra visai vienodos, tai aišku, kad jaudinimo kryptis (į centrą ar iš centro) pareina ne nuo jų, bet nuo dirksnių narvelių. Narveliai turi ne-

vienodas pareigas: centrų juntamieji narveliai pagauna dirksnių galūnių susijaudinimus ir atiduoda juos savo protoplazminėmis ataugomis kitiems centrų narveliams, judinamiesiems, kurie tada savo arba paliepimus, arba impulsus, siunčia į raumenis, liaukas ir kitus organus. Tuo būdu visi organai dirksniais susisiekia su smegenimis ir mazgais.

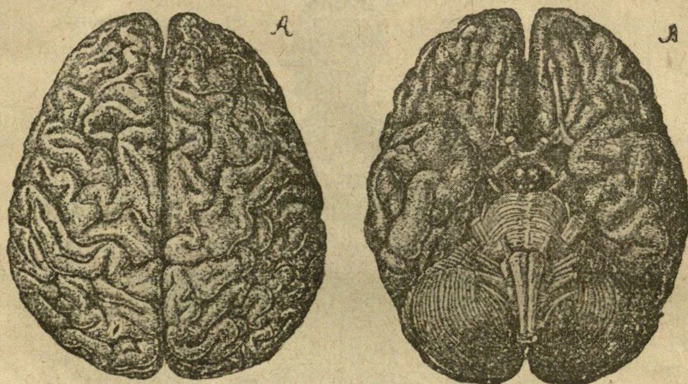


86 pav. Galvos ir nugaros smegens su dirksniais.

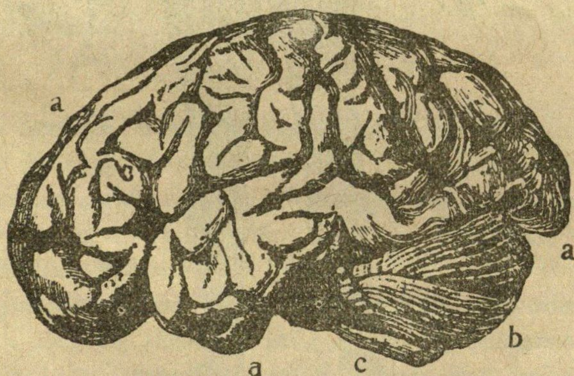
Galvos smegens. Galvos smegens įdėtos kauše ir aklinai jį pripildo. Kaušo kaulai pasižymi ypatingu stiprumu ir gerai apsaugo smegenis. Kad nesusitrenktų, jos apvilktos trimis apvalkalais. Paviršutinis, vadinamas *kietasis apvalkalas*, yra stora, standi plėnė, kuri iškloja kaušo vidaus paviršių, kitas, *minkštasai apvalkalas* prisiplojęs prie pačių smegenų; juo įeina ir išeina

kraujo indai, kurie maitina smegenis. Tarp tų dviejų apvalkalų įklotas dar trečiasis, vad. *vortinklinis*, labai plonas ir gležnas.

Smegens sudarytos iš dvejopos dirksnies medžiagos: pilkosios ir baltosios; pilkoji, kaip jau žinome, susidėjusi iš narvelių, baltoji — iš skaidulų. Smegenų paviršių, arba jų plutą sudaro pilkoji medžiaga, po ja guli baltoji, o dar giliau kaikurios smegenų dalys pilkósios ir baltósios medžiagos.



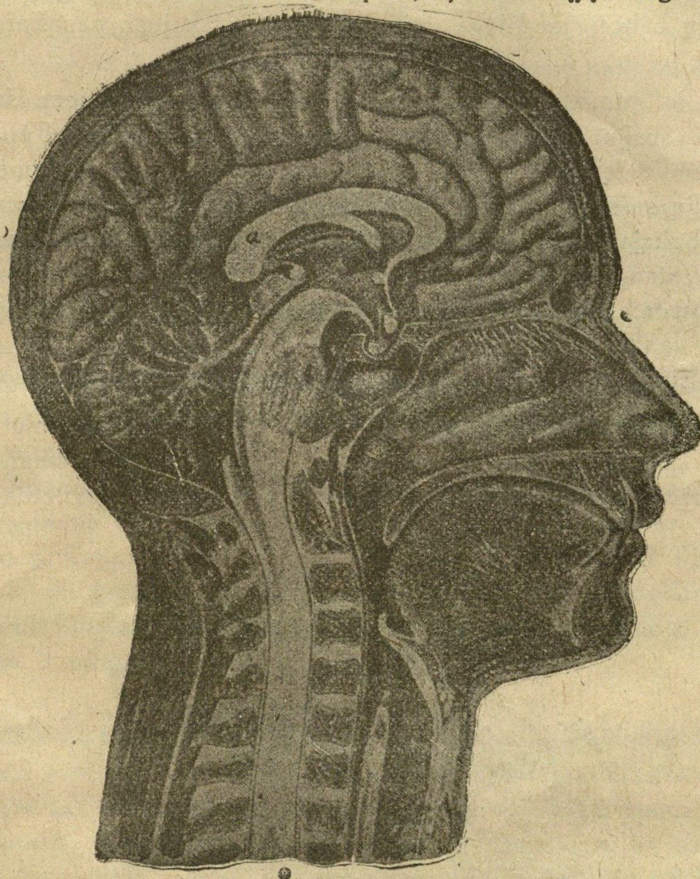
87 pav. Galvos smegens: A-iš viršaus, B-iš apačios; apačioje matome dalį didžiųjų smegenų, smegenėles ir ant jų pailgąsias smegenis; tarp pusrutulių skersai — Varolio tiltas.



88 pav. Galvos smegens iš šono žiūrimos: a-didžiosios, b-smegenėlės, c-pailgosios.

Galvos smegens galima skirti į tris nelygias dalis: didžiąsias smegenis, smegenėles ir pailgąsias smegenis. *Didžiosios smegens* visai uždengia po jomis gulinčias dalis, todėl žiūrint į smegenis iš viršaus kitų dalių nematyti (87 pav. A). Gili išilginė vaga didžiąsias smegenis dalija į dvi lygias puses, vadinamas smegenų pusrutuliais. Kiekvienas pusrutulis taip pat padalytas tie-

siomis vagomis į tris dalis: pryšakinę, arba kaktos dalį, smilkinio dalį ir pakaušio dalį (88 pav.). Prakėtę abu pusrutulius, galime matyti, kad apačioje jie sujungti storu pluoštu baltosios medžiagos, vadinamu *trynės kūnu* (89 pav., a). Didžiųjų smegenų pa-



89 pav. Išilginis galvos piūvis; po didžiosiomis smegenimis, viduryje, trynės kūnas (a), užpakalyje smegenėlės; žemyn eina pailgosios ir nugaros smegens; b-Varolio tiltas.

viršius išraižytas vingiuotomis vagomis; raukšlės tarp tų vagų vagelių vadinasi smegenų vingiai. Dėl tų vingių smegenų paviršius yra beveik 6 kartus didesnis, negu kad jis būtų visai lygus; suprantama, kad dėl tos pat priežasties ir pilkôsios medžiagos smegenų plutoje yra daugiau.

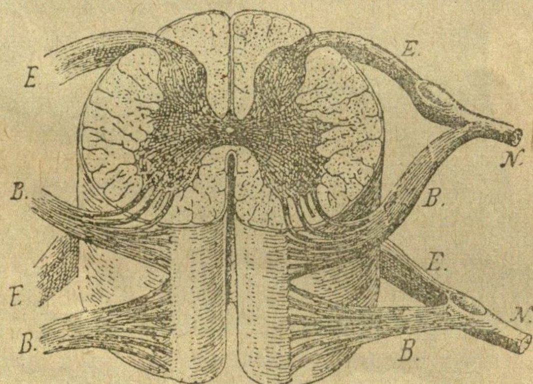
Smegenėlės guli pakaušyje, atskirtos nuo didžiųjų smegenų kietojo apvalkalo raukšle (89 pav.). Jos taip pat susidė-

jusios iš dviejų pusyčių, ir jų paviršius išraižytas tiesiomis negiliomis vagomis (87 pav., B). Baltosios medžiagos skersiniai pluoštai, arba vadinamas Varolio tiltas, jungia smegenėles su didžiųjų smegenų pusrutuliais ir su pailgosiomis smegenimis draugėn. Smegenėlių baltoji medžiaga guli viduje, išsišakojusi panašiai, kaip medis.

Pailgosios smegens išeina iš pusrutulių dviem šakom, kurios susijungusios po tiltu sudaro vieną liemenį (89 pav.); tas liemuo tęsiasi toliau stuburu ir čia vadinasi nugaros smegens. Pailgųjų smegenų pilkoji medžiaga įdėta viduje ir aptraukta paviršium baltąja. Galvos smegenų apačioje ir tarp pusrutulių randame įvairių ataugų ir grublų; jie turi savo vardus, bet jų pareigos yra nežinomos. Smegenų viduje yra 4 nedideli plyšiai, pripildyti skysčio ir vadinami smegenų skilveliais.

Europiečio žmogaus smegens sveria apie 1300—1500 gramų.

Nugaros smegens. Baltu piršto storumo šniūru nugaros smegens nutįsusios nuo pakaušio lig antrojo juosmens stuburnario. Jos apsaugotos stuburnarių lankeliais ir apvilktos, kaip



98 pav. Nugaros smegenų galelis. Matome pryšakinį ir užpakalinį skrodimą, baltąją ir pilkąją medžiagą; judinamieji dirksniai (B) priekyje ir juntamieji (E) užpakalyje, abu greit susijungia į vieną.

galvos smegens, trimis apvalkalais. Dvi išilginės giliai skrostos vagos, platesnė pryšakinė ir siaura užpakalinė, dalija nugaros smegenis į dvi pusi, kairiąją ir dešiniąją (98 pav.). Skersinis smegenų piūvis rodo mums, kad jų pilkoji medžiaga įdėta viduje ir turi pavidalą raidės H; baltoji medžiaga sudaro jos paviršių. Didžiausios svarbos turi smegenų pilkoji medžiaga, susidėjusi, kaip jau žinome, iš dirksninių narvelių. Nugaros smegenų viduriu išil-

gai eina siaurutis urvelis, pripildytas skysčio: jis susisiekia su galvos smegenų skilveliais.

Centro sistema, tiek galvos tiek nugaros smegens, leidžia 43 dirksnių poras. Eidami nuo smegenų toliau, dirksniai išbryzga, darosi plonesni ir pasiekia įvairias kūno dalis. Galvos smegenų dirksniai išeina iš jų apačios; juos leidžia didžiosios ir pailgosios smegens, smegenėlės dirksnių neleidžia. Iš viso galvos smegenų dirksnių turime 12 porų. Didesnė jų dalis išsišakoja pačioje galvoje ir toliau nenueina. Galvos dirksniai yra nevienodos reikšmės: vieni juntamieji, kiti judinamieji ir treti mišrūs. Juntamųjų, pav., dirksnių viena pora neša uodimo įspūdžius smegenims iš nosies, kita — šviesos įspūdžius iš akių, trečia — girdimuosius įspūdžius iš ausų. Kitomis poromis smegens siunčia impulsus akių ir veido raumenims ir t.p. Yra ir tokių porų, kurių šakos nueina toli, į kitas kūno dalis; taip vadinamas, antai, *klajojamasis* dirksnis, kurį leidžia pailgosios smegens, savo šakelėmis pasiekia plaučius, širdį ir pilvelį.

Nugaros smegens leidžia 31 porą dirksnių. Kiekvienas dirksnis prasideda dviem šaknelėm: pryšakinė šaknelė (90 pav., B) išeina iš pryšakinės pilkosios ataugos, užpakalinė (E) — iš užpakalinės, ir abi greit susijungia į vieną liemenį, dar tebebūdamos stubure. Nugaros dirksniai pakrinka ir išsisklaido griaučių raumenyse ir odoje.

Smegenų ir dirksnių darbas. Kiekvienas centro sistemos skyrius turi tam tikras savo pareigas. Didžiosios smegens yra tas organas, kuriam juntamaisiais dirksniais ateina visokių įspūdžių iš aplinkumos. Ką pamato mūsų akys, ką užgirsta ausys, ką pajunta oda ir kiti organai, — iš visų tų pojūčių susidaro mūsų sąmonė, ir jie pasilieka trumpesnį ar ilgesnį laiką mūsų atmintyje. Apie juos mes galvojame ir dėl jų darome šiokių ar tokių sprendimų ir judinamaisiais dirksniais siunčiame valios paliepimus, arba impulsus raumenims: raumens susitraukia ir daro atatinkamus judesius. Tokiu būdu, *sąmonė, atmintis, protavimas, valia* pareina nuo mūsų didžiųjų smegenų darbo. Didžiosios smegens yra organas, kuriuo žmogus išreiškia visą savo dvasios gyvenimą.

Kūno gyvybei didžiosios smegens neturi tačiau sprendžiamos svarbos: gyvuliams buvo bandoma nupiauti kai kurios smegenų dalys ir net pašalinti abu pusrutuliai, ir tokie gyvuliai gy-

veno ištisus mėnesius. Tačiau toks gyvulys nieko nebesupranta, nieko nebeatsimena ir neparagintas, savo valia, nebegali padaryti nė vieno judesio. Balandis be didžiųjų smegenų stovi ramiai vietoje, lyg kad ñegyvas, ir nekreipia akių į šalis; maistą paduotas neima ir nesitraukia nuo gręsiančio pavojaus; jis juda tiktai pastumtas ir tegali gyventi maitinamas prievarta.

Kas kita pailgosios smegens. Iš jų, kaip žinome, išeina, be kitų, klajojamasis dirksnis, kurio šakos nueina į širdį, gerklę, plaučius, pilvelį, jeknas ir kasą. Todėl tų visų svarbiųjų organų darbas, kuriuo remiasi mūsų kūno gyvybė, priklauso pailgųjų smegenų. Pažeidus jas, organizmą ištinka staigi mirtis, nes iš karto sustoja dirbę širdis, plaučiai ir kiti minėti organai.

Smegenėlės kartu su didžiųjų ir pailgųjų smegenų dalimis tvarko painiuosius kūno judesius, kaip antai: vaikščiojimą, plaukymą, daro tuos judesius taisyklingus, kitaip sakant, suderina įvairių raumenų darbą. Gyvuliai, kuriems buvo pašalintos smegenėlės, svirduliuodami griuvo aukštynaki, balandžiai mėgino skristi atátupsti. Tokiu būdu, smegenėlės valdo kūno pusiáusvyrumą.

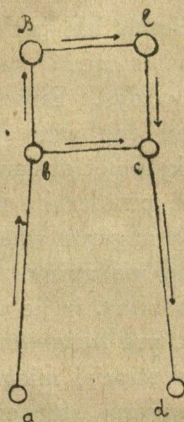
Nugaros smegens yra nelyginant vieškelis į galvos smegenis, į kurį ateina takai, dirksniai iš odos ir raumenų. Mes minėjome, kad kiekvienas nugaros smegenų dirksnis prasideda dviem šaknelėm; jos abi turi ne tą pačią reikšmę. Bebandant gyvulius patirta, kad jai jiems perpiaunama pryšakinė šaknelė, tai raumens, į kuriuos nueina to dirksnio šakelės, nebepajėgia daugiau susitraukti, nors paralyžuotų kūno dalių jautrumas pasilieka, kaip buvęs. Jei perpiaunama užpakalinė šaknelė ir palieka pryšakinė sveika, tai visa sritis, kuri buvo to dirksnio žinioje, nustoja jutusi, bet tas pažeidimas nesutrukdo kalbamos srities judesių. Iš to aišku, kad pryšakinės šakelės yra sudarytos iš judinamųjų skaidulų, ir jomis eina impulsai organams ir raumenims; užpakalinės šaknelės sudarytos iš juntamųjų skaidulų, ir jomis ateina į smegenis įvairūs pojūčiai. Jei perpiauna dirksnį toliau, kur abi šaknelės sutapėjusios, tai visą jo valdomą sritį ištinka visiškas paralyžis, atseit, atatinkamos kūno dalys nebesugeba nei justi, nei judesių daryti. Jei kartais žmogui pagenda smegens ties nugaros viduriu, tai jis savo valia nebepajudina kojų, jos tada paralyžiuotos.

Kada visoki jautimai ateina į galvos smegenis ar tiesiog iš juntamųjų organų, ar iš odos pro nugaros smegenis ir pasiekia mūsų sąmonę, mes savo valia atsiliepiame atatinkamais judesiais.

Tokie judesiai, kurie pareina nuo mūsų valios, vadinasi protingi, arba *sąmoningi*. Tačiau mūsų kūne įvyksta dažnai tokių judesių, kurie nuo valios nepareina, darosi kaip ir savaime, mūsų sąmonei nedalyvaujant. Pavyzdžiui, netyčiomis kas įsidūrė arba nusidegė pirštą. Dar nesuskubo smegens sumesti kas čia atsitiko, kai truktelėjo ranka į šalį. Kitas pavyzdys. Einant siauru taku arba lieptu, staiga pasviro jūsų kūnas; tuo pat akimirksniu jūs ištiesėt kitos pusės ranką, kad prilaikytumėt pusiausvyrumą ir kad kūnas negriūtų. Kaip čia tie judesiai pasidaro? Įdūrimas suerzino odos juntamuosius dirksnius; jais nugaros smegens tą sužinojo ir, nelaukdamos galvos smegenų paliepimo, pačios siuntė judinamaisiais dirksniais impulsą raumenims, ir jie atitraukė ranką. Tokie judesiai, įvykę be mūsų valios, yra *nesąmoningi*; juos kitaip *refleksais* vadina. Kada žmogus stipriai miega, tada jo galvos smegens ilsisi ir neveikia; tada nugaros smegens gali apsieiti ir be jų. Jei, pav., miegant žmogaus šonas pajunta šaltį arba kitokį paerzinimą, tai atatinkamais judesiais žmogus visai nesąmoningai apkloja šąlantį šoną arba pašalina erzinantį daiktą. Vadinas, nugaros smegens nevisad atsiklausia galvos smegenų ir dažnai veikia savarankiškai. Prie refleksų mes turime priskirti ir tokius nuo valios nepareinančius veiksmus, kaip kosulį, čiaudulį, žagulį ir t.t. Mūsų sąmonė, kaip prtirta bandymais, glūdi galvos smegenų plutoje; todėl gyvuliai, kuriems nuimta ta pluta, bet nors paliktos visos kitos smegenų dalys, gali daryti tiktai refleksinius judesius. Taip operuotas gyvulys, kaip tas besmegenis balandis, juda lyg mašina, be sąmonės ir minčių. Tokie judesiai, kad ir kaip atrodytų tikslingi, vis tik yra gryni refleksai.

Kaip vyksta sąmoningi ir nesąmoningi veiksmai, vaizdžiai parodo 91 pav. Raidėmis B ir C pažymėti galvos smegenų plutos narveliai, raidėmis b ir c—nugaros smegenų narveliai. Čia gali būti du atsitikimai. Pirmas: sujaudinimas iš juntamojo (odos) narvelio a nueina į nugaros smegenų narvelį b, iš čia — į judinamąjį narvelį c, kurs siunčia impulsą judinamojo organo (raumens) narveliui d; tas kelias nesiekia galvos smegenų, tai yra nesąmoningas veiksmas, mūsų pavyzdžiu, atitraukimas įdurto piršto. Bet vis tik įvykusį veiksmą gali sužinoti ir galvos smegens. Antras atsitikimas: sujaudinimas eina narveliais a, b, B, pasiekia judinamąjį galvos smegenų narvelį C, kurs siunčia impulsą narveliais c ir d; čia sujaudinimas nepersimeta iš b į c, bet eina pro galvos smegenis; tai yra sąmoningas veiksmas, kurį darome savo

valia. Taikindami mūsų pavyzdį, galime duriamą pirštą tyčioms, arba savo valia, neatitraukti.



91 pav. Sąmoningi ir nesąmoningi veiksmai.

Simpatinė dirksnių sistema. Tiek dirksniai, tiek jų centrai, galvos ir nugaros smegens, be paliovos dirbti negali; jie, lygiai kaip raumens, karkartėmis reikalingi poilsio. Miegas yra kaip tik tokia kūno būklė, kada dirksnių centrai ilsisi, ir kada medžiagų nuostolius, pasidariusius jiems dirbant, pamažu atpildo kraujas. Refleksai ir sapnai rodo tačiau, kad tas poilsis nėra visiškas. Nors smegens ir dirksniai žmogui miegant ilsisi, bet kai kurie kūno organai nesiliauja dirbę: širdis plaka, plaučiai kvėpuoja, pilvelis ir žarnos virškina maistą. Kadangi turi būti tokių dirksnių, kurie tų organų darbą tvarko savarankiškai be smegenų: tai yra tam tikra *simpatinė dirksnių sistema*.

Abipus stuburo, pryšakyje, ištisę du mazguoti dirksniniai liemens; jų mazgai leidžia šakeles ir į nugaros smegenis ir į visus vidurių organus. Tose šakelėse, kaip ir liemenyse yra daug mazgelių, jų yra ir pačiuose vidaus organuose; tie mazgai yra ne kas kita, kaip maži dirksnių centrai, kurie tvarko organų darbą. Galvos ir nugaros smegens savo rėžtu leidžia šakeles į simpatinės sistemos mazgus; tuo būdu abi sistemos, centrinė ir simpatinė, surištos kita su kita dirksniais, ir jais neapsakomai tankiai išraizgytas visas mūsų kūnas. Simpatinė sistema turi juntamųjų ir judinamųjų šakelių. Jos žinioje yra pilvelio ir žarnų judesiai, virškinamųjų sulčių gaminimas, širdies plakimas, prakaito leidimas ir t. t. Simpatinėje sistemoje yra dirksnių, kurie siaurina kraujo indus, ir tokių dirksnių, kurie indus plečia; tokiu būdu nuo simpa-

tinės sistemos pareina, ar daugiau ar mažiau kraujo gauna organai, kitaip sakant, stipriau ar silpniau mūsų organai maitinami. Visoki simpatinės sistemos sujudimai ir veiksmai sveikame organizme vyksta visai nedalyvaujant sąmonei; tiktai sergąs žmogus juos pajunta, kai ligos užgautas organas atsiliepia sopuliu. Simpatinė sistema yra galvos ir nugaros smegenų pavaduotoja, panašiai kaip nugaros smegens būna dažnai galvos smegenų pavaduotojos.

Nors simpatinė dirksnių sistema darbuojasi savarankiškai, tačiau galvos smegens, kad ir nestengia sutrukdyti jos darbo, gali vis tik daryti jai savo įtakos. Taip antai, netikėta liūdna žinia, pasiekusi mūsų sąmonę, trumpam palėtina širdies darbą; nuo stipraus susijaudinimo širdis kartais net visai sustoja plakusi, — ir žmogus alpsta. Atvirkščiai, nuo linksmos žinios mūsų širdis ima smarkiau plakti. Aišku, kad mūsų galvos smegens gali daryti įtakos širdžiai, kurios darbą, kai kalbėjome, paprastai tvarko tik simpatinė sistema; galvos smegens tą darbą tik arba pagreitina arba palėtina. Visoki dvasios judesiai, įvykę galvos smegenyse, dažnai atsiliepia ir kituose mūsų vidaus organuose. Net kraujo indai turi ryšių su galvos smegenimis, tarpininkaujant simpatinei sistemai: iš gėdos žmogaus veidas parausta, iš baimės pabąla. Nuo pašalinių įspūdžių, atėjusių į galvą, veido kraujo indai arba prasiplečia, — ir juose daugiau prisirenka kraujo arba pasiauręja, — ir kraujo dalis iš jų išeina.

Klausimai.

1. Kokios dirksnių sistemos pareigos?
2. Kuo skiriasi dirksniniai narveliai nuo visų kitokių?
3. Kas tai yra juntamieji ir judinamieji dirksniai?
4. Kokios reikšmės mums turi didžiosios smegens, pailgosios ir smegenėlės?
5. Ar mums svarbu, kad didžiųjų smegenų paviršius yra nelygus?
6. Kokį darbą atlieka nugaros smegens?
7. Kas tai yra refleksai?
8. Ar sąmoningas yra veiksmas — akių mirkčiojimas, vaikščiojimas, žiovulys?
9. Kokias pareigas eina dirksnių sistema?

IX. Juntamieji organai.

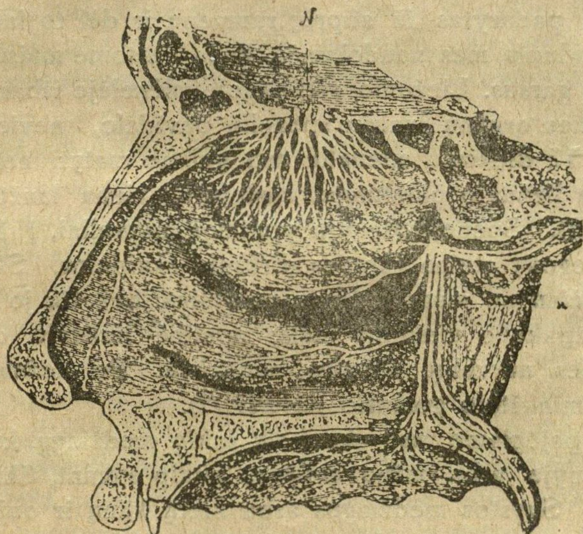
Per juntamuosius organus mes pasižįstame su aplinkiniu pasauliu. Dirksnių galūnės, įdėtos tuose organuose, yra ypatingai jautrios pašalinėms įtakoms. Dirksniniai narveliai, kurie leidžia ataugas į juntamuosius organus, yra tuo įdomūs, kad vieni jie geba pajusti tik šviesos įspūdžius, kiti — tiktai garsus, vėl kiti — tiktai kvapus ir t.t. Mes skiriame paprastai penkeriopus jutimo organus: regėjimo, girdėjimo, uodimo, čiuopimo, arba lietimo ir skonies. Kiekvienas jutimo organas susidėjęs, pirma, iš dalies, kuri susijaudina nuo aplinkumos įvykių, antra, iš dirksnio, kuriuo tas sujaudinimas eina, ir, pagaliau, iš smegenų skyriaus, kurs sujaudinimus, arba įspūdžius suvokia. Jei žmogui pagenda, pav., regimasai dirksnis, tai žmogus apanka, nors jo akys liktų visai sveikos.

Be pojūčių, kurių mes gauname iš minėtų penkeriopų organų, mums pažįstami ir kiti pojūčiai, kaip antai: sopulys, alkis, troškulys, nuovargis, nusilpimas ir kiti.

Uodžiamieji organai. Nosis mums turi įvairios reikšmės: ji praleidžia įkvepiamą orą, kurs nosyje nusityrina, sušyla ir sudrėksta; nosimi mes naudojamės tardami garsus, ir pagaliau, nosis teikia galvos smegenims kvapų pojūtį. Nosies vidus stačia stenele perskirtas į du koridorius; jų šoninės sienos rangytos, nuo ko nosies vidaus paviršius žymai padidėjęs. Visas vidus išklotas gleivingąja plėnele. Į jos viršutines dalis ateina iš smegenų uodžiamojo dirksnio šakelės, susiskaido čia į smulkias skaidulas, kurios baigiasi ypatingomis galūnėmis (92 pav.). Gleivingosios plėnelės uodžiamoji dalis savo gelsva spalva skiriasi nuo visos kitos, kuri, kaip visur kitur, yra rausva.

Uodžiamųjų dirksnių galūnes sujaudina tiktai tokie kūnai, arba medžiagos, kurios gali garuoti, ir tai ne visos: pav., vandens garai jokio kvapo neturi. Jei kuris kūnas turi kvapą, tai tas reiškia, kad jis leidžia neregimas dalelytes, kurios pakliūva

į nosies vidų kartu su įkvepiamu oru.*) Tokiu būdu, kvepiamos medžiagos, tiktai virsdamos ar jau būdamos dujų pavidalo, gali sujaudinti uodžiamąsias dirksnių galūnes. Todėl, jei mes laikytume nosyje kad ir stipriai kvepiamą skystį, jo kvapo mes nepajustume. Kad mūsų uodimas būtų tikras ir tikslus, nosies gleivingoji plėnelė turi būti drėgna; betgi, jei nosį užgula sunki sloga, ir plėnelė leidžia perdaug gleivių, žmogus nebepauodžia, nes kvepiamos dujos pro gleives nebeprieina prie



92 pav. Nosies vidus: N-išsišakojęs uodžiamasai dirksnis, n-kitoki dirksniai.

uodžiamojo dirksnio. Juntamieji dirksniai, nuolat jáudinami, pailsta lygiai taip, kaip pailsta visi kiti dirksniai. Jeigu, pav., tie patys uodžiamieji įspūdžiai trunka ilgai, tai dirksnis lyg atbunka, to kvapo jutimas eina silpnyn, nors dirksnio pajėga kitiems kvapams pažinti ir nemažėja.

Nors pojūčių, kokių duoda mums uodžiamieji organai, yra visokių, tačiau tam tikrų savų vardų jie neturi; mes juos vadiname tų daiktų vardais, kurie kvapus skleidžia; mes sakome, pav., rožės, rūtos kvapas, spirito kvapas. Bet šiaip bendrai kalbėdami skiriame malonius, arba gardžius kvapus, ir nemalonius, negardžius. Toks skirstymas yra vis tik asmens dalykas: kas vienam malonu, kitam nemalonu, ir kitą kartą keičiasi nuo ap-

*) Sulaikę kvėpavimą, galite įsitikinti, kad kvepiančios dujos, tik eidamos nosies vidumi, sujaudina uodžiamuosius narvelius

linkybių. Pavyzdžiui, alkanam žmogui kai koks valgis kvepia labai gardžiai, tuo tarpu sotus žmogus tuo pačiu kvapu šlykštisi.

Kai kurie gyvuliai (šuns, lapės) turi nepalyginti tobulesnį uodžiamąjį jutimą, kaip žmonės; bet ir žmogui jis yra svarbus: juo žmogus gali atskirti daiktus, pažinti oro priemaišas, išvengti netyro ir nesveiko oro, nors nemaža žalingų dujų (anglies dvideginis) yra visai be kvapo.

Skonies organai. Skonį mes pažįstame liežuviu. Liežuvis yra padarytas iš stiprių raumenų ir dėl to labai judus; liežuvio judumu mes naudojamės, kada vartome maistą burnoje ir tariame garsus. Liežuvio gleivingoje plėnelėje išbarstyta daugybė skonies organų įvairių spenelių pavidalo, nevienodo didumo; lig 12 didesnių spenelių mes galime matyti neginkluotomis akimis liežuvio pašaknyje, sustojusių viena laužtine linija (53 pav., P). Speneliuose yra ypatingi narveliai, į kuriuos iš galvos smegenų ateina skonies dirksnio skaidulos. Skonį justi pajėgia tačiau ne visas liežuvio paviršius, bet tik jo galiukas, šonai ir užpakalio viršutinė dalis; apatinė liežuvio dalis, kur nėra skonies narvelių, skonies nepažįsta. Be liežuvio, skonį dar junta minkštojo gomurio paviršius*).

Mes pajėgiame justi skonį tik tokių medžiagų, kurios tirpsta vandenyje arba mūsų seilėse, kitaip sakant, tiktai skystų medžiagų. Skystos medžiagos arba kietų kūnų ir dujų skiediniai veikia skonies narvelius, ir šiokie ar tokie skonies įspūdžiai dirksnių skaidulomis nueina į galvos smegenis. Tos medžiagos, kurios netirpsta seilėse, pav., stiklas, anglis, visai nepalieka burnoje skonies įspūdžių. Mes skiriame ketveriopus skonies pojūčius: saldų, kartų, rūkštų ir sūrų; arba iš jų pagrindinių pasidaro mišrūs pojūčiai. Skonies narveliai iš ragaujamų daiktų pagauna įspūdžius ne tuojau: greičiausiai pajunta sūrius daiktus, paskiau saldžius, rūkščius ir karčius. Ilgiausias įspūdis pasilieka burnoje nuo karčių medžiagų.

Čiuopiamieji, arba liečiamieji organai. Lietimą mes juntame visu savo kūno paviršium; tas rodo, kad liečiamieji organai nėra susibūrę kuriame nors viename organe arba viename daikte, bet išsisklaidę po visą mūsų odą ir glei-

---

*) Padažykit teptuvėlį sūriame vandeny ir, paliesdami juo įvairias liežuvio vietas ir burnos vidų, sužinokit, ar vienodai junta skonį.

vingąją plėnelę. Tikrosios odos paviršius ne lygus, bet lyg grubluotas, ir tie grublai įsišovę į gretimąjį epidėrmio sluoksnį (79 pav.); grubluose glūdi ypatingi nevienodo pavidalo kūneliai, į kuriuos ateina, arba kuriuos apraizgo dirksnių skaidulos (7—8). Nemaža dirksnių šakučių įeina į epidėrmį ir baigiasi tarp jo narvelių ploniausiais siūleliais. Tos dirksnių galūnės geba pajusti daiktus, kada jie paliečia mūsų odą. Lietimu mes pažįstame daikto didumą ir formą, ar jis kietas ar minkštas, lygus ar šiurkštus, šiltas ar šaltas. Stiprus slėgimas, labai šilti ir šalti daiktai daro mums sopulio įspūdžio. Kadangi liečiamųjų dirksnių galūnės nevienodos, tai nevienodus gauname ir pojūčius: vienos jos junta tiktai lietimą ir slėgimą, kitos temperatūrą. Kad mūsų liečiamųjų organų esama dvajopos reikšmės, patvirtina tokia aplinkybė. Jei kartais oda pasidaro nejautri, ir lietimo pojūtis atbukęs, vis tik temperatūrinius įspūdžius oda pagauti dar gali.

Kūno paviršiuje liečiamieji organai išsklaidyti nelygiai, ir, kur jų daugiau ir tankiau, ten ir oda lietimui jautresnė. Tas jautrumas galima visai paprastu būdu net išmatuoti. Skriestuvo kojeles suglaudžia kiek galint mažiau, kad abiejų smailagalių palietimas dar dvailintųs ir nesusilietų mūsų sąmonėje į vieną pojūtį; smailagalių atstumas vieno nuo kito, pareikštas milimetrais, parodo odos atskirų vietų jautrumą. Šituo būdu atrasta, kad visų jautriausias lietimui yra liežuvio galiukas, kurs nuvokia dviejų kojelių lietimą, jei jos nesuglaustos nors per 1 milimetrą; toliau, pirštų galų jautrumas matuojamas 2 mm., skruostai — 11 mm., pakaušis — 26 mm., petis — 39 mm., šlaunis— 66 mm. Reikia vis tik žinoti, kad ne visų žmonių oda yra vienodo jautrumo.

Lietimo pojūtis lavinamas gali žymiai patobulėti. Ypatingai išlavintą pojūtį turi akli žmonės, kurie geriau už kitus pažįsta liečiamų daiktų savybes. Ką mes pažįstame akimis, aklam žmogui tenka išimtinai vaduotis lietimu. Nereta atsitikimų, kad akli žmonės pažįsta apčiupinėję lošiamas kortas ir net skaito spausdintas stambiomis raidėmis knygas.

Kada iš mūsų kūno paviršiaus išeina šilima, mes juntame šaltį; kada ateina, juntame šilimą. Temperatūros įspūdžiai esti juo didesni ir aiškesni, jei daugiau mes jaudiname iš karto juntamųjų narvelių. Jei į du indus su vienodo šiltumo vandeniu mes įkišame čia tiktai pirštą, kitur visą plaštaką, tai antrojo

indo vanduo mums atrodo šiltesnis. Ne visas mūsų paviršius ir temperatūrai yra vienodo jautrumo. Mūsų burnos gleivingoji plėnelė pakenčia tokią šilimą, pav., karštą arbatą, nuo kurios nušunta pirštas. Geriausiai temperatūrą pažįsta mūsų lūpos; delnas prasčiau nuvokia šaltį ir šilimą, negu atvirkščioji plaštakos pusė; silpniausiai — stuobo ir galūnių oda*).

Kiek netobuli yra temperatūriniai pojūčiai, parodo toks tyrimas: jei įkišit vieną ranką į šaltą vandenį, — kitą į šiltą ir paskiau abi į drungną, tai abi rankos nevienodai apspręs drungno vandens temperatūrą.

Kada mes norime sužinoti daikto svorį, tai nesitenkiname tuo, kiek tas daiktas slėgia padėtą ant stalo ranką, bet dar pasvarstome jį pakeltą ir tuo būdu įtraukiame liečiamiems organams talkon mūsų rankos raumenis. Iš to, kiek jėgos deda raumens daiktui laikyti, mes sprendžiame apie jo svorį. Nuvokimas raumenų eikvojamos jėgos kokiam nors veiksmui vadinasi *raumenų pojūtis.* Tas pojūtis leidžia mums nusimanyti, kokioje padėtyje yra mūsų kūno nariai, jų nematant; kiek reikia įtempti raumens, kad tinkamai atliktume šiokį ar tokį veiksmą, nusviestume į nužiūrėtą vietą akmenį, peršoktume per griovį, pataikytume į burną kąsnelį, iš karto ir tiksliai pagautume savo ausies spenelį ir t.t.; pagaliau, raumenų pojūtis padeda mums laikyti pusiausvyrą kūną, kada mes stovime ir einame. Ypač nuostabus yra gerklų ir burnos raumenų pojūtis, kada tariame kalbos garsus.

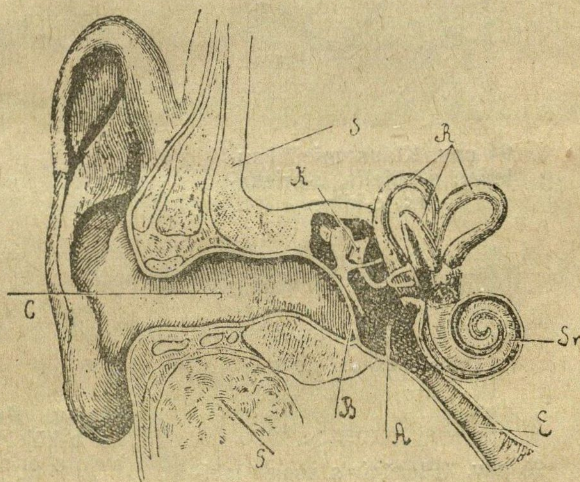
Girdimasis organas.

Ausis. Tas, ką mes vadiname ausim, yra tiktai išorinė girdimojo organo dalis, jo gi svarbiausioji dalis paslėpta smilkinio kaule, būtent, kaulo storumoje, į kurią iš oro pusės atsidaro nedidelė apskrita skylutė (17 pav., c.). Iš viso ausies mes turime tris nevienodos svarbos skyrius, išorinę ausį, vidurinę ausį ir vidaus ausį.

Išoriniai ausiai priklauso kaušelis ir klausomasis urvas. Kaušelis padarytas iš stangios kremzlės, aptrauktos oda; tiktai apatinėje kaušelio dalyje, vadinamame spenelyje, kremzlės nėra

*) Lieskit įvairias kūno vietas šalta adata, paskiau tąja adata, pašildyta lig 40^0 (tos temperatūros vandeny).

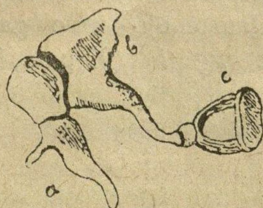
spenelyje maža kraujo indų ir dirksnių, todėl beveik be kraujo ir sopulio žmonės įveria sau auskarus. Klausomasis urvas pradžioje taip pat kremzlinis, toliau kaulinis; Kaušelio oda įsiriečia į vidų ir iškloja tiek kremzlinę, tiek kaulinę urvo dalį. Kremzlinio urvo odoje, be taukinių liaukučių, yra dar kitokių liaukučių, kurios gamina tirštą geltoną odos glaistą, vadinamą ausies sierą. Ji sulaiko dulkes ir kitokius smulkius krislelius, nuo kurių galėtų užakti ausis: kartu su siera išeina ir dulkės. Klausomojo urvo galas aklinai užtemptas plėkšnele, kuri vadinas *būgnelis* (93 pav., 9.).



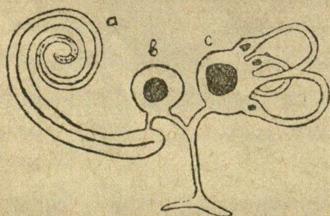
93 pav. Girdimasis organas: S-smilkinio kaulas, C - klausomas urvas, B - būgnelis, A-vidurinė ausis, K - klausomieji kauliukai, Sv-sraigė, R-lankai.

Nedidelė ertmė anoje būgnelio pusėje yra antras ausies skyrius, *vidurinė ausis*; iš jos eina vamzdis 38 mm ilgumo į ryklę ir atsidaro arti choanų, aukščiau už liežuvėlio. Tas vamzdis vieno mokslininko vardu pramintas Eustachijaus vamzdžiu (13); juo vidurinė ausis susisiekia su aplinkumos oru. Kada sučiaupę burną ir suspaudę nosį mes stengiamės iškvėpti orą iš plaučių, tai jis, neturėdamas pro kur išeiti, Eustachijaus vamzdžiu pasiekia vidurinę ausį ir įtempia būgnelį. Žmonės, kurių būgnelis yra trūkęs, rūkydami tabaką gali dūmus leisti ne tik pro burną ir nosį, bet ir pro ausį. Eustachijaus vamzdis mums tuo svarbus, kad abipus būgnelio oro slėgimas yra vienodas, ir būgnelis nejunta oro slėgimo atmainų. Be būgnelio, vidurinėje ausyje yra dar dvi plėkšnelės, kuriomis užtrauktos dvi skylutės į vidaus ausį. Viena skylutė praminta *apskrituoju langeliu*, kita — *stulgiuoju langeliu*. Nuo būgnelio į stulgųjį langelį eina kits su kitu sujungti trys klausomieji kauliukai: *kūjelis*, *priekalėlis* ir

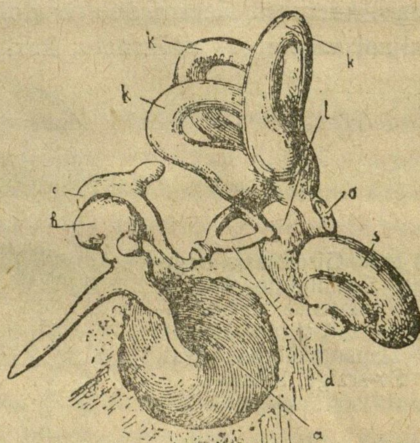
kilpa (93 ir 94 pav.). Kūjelis savo snapu sujungtas su būgneliu, ir jo buožė su viduriniu kauliuku, priekalėliu: priekalėlis sujungtas su trečiuoju kauliuku, panašiu į balno kilpą; kilpa gi įsirėmusi į stulgiojo langelio plėkšnelę. Būgnelis padarytas iš tampraus jungiamojo audinio, įtemptas įstrižai klausomojo urvo ir truputį įdubęs į vidų. Kad būgneliui nekenktų šaltas oras, jį šildo smulkučiai kraujo indeliai.



94 pav. Klausomieji kauleliai: a-kūjelis, b-priekalas, c-kilpa.



96 pav. Plėkšninis ausies labirintas: sraigė a susisieka su maišeliu b, lankai su maišeliu c.

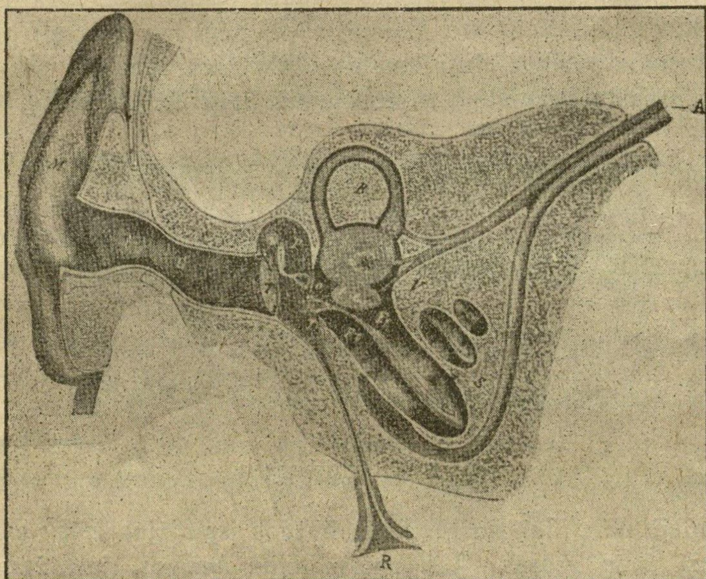


95 pav. Kaulinis labirintas: a-būgnelis. b-kūjelis, c-priekalas, d-kilpa, l-labirinto prieangis, o-apskritasai langelis, s-sraigė, k-lankai.

Vidaus ausis dėl savo painumo vadinasi *labirintas*. Tai yra smilkinio kaulo nedidelė ertmė, kurios formą mes galime nusimanyti, jei pripildysime ją skysto gipso ir sustingusį gipsą išimsime iš smilkinio kaulo (95 pav., k-l-s). Tos ertmės skiriame tris nevienodas dalis: vidurinę, vadinamą *labirinto prieangiu* (e), su apskrituoju (o) ir stulgiuoju langeliais (šis pastarasis pridengtas kilpa), paskiau, vienoje prieangio pusėje tris *lankelius* (k) ir kitoje pusėje *sraigę* (s), panašią į gyvenančio kūdrose gyvūnėlio kalkinį namelį. Kauliniame labirinte įdėta panašios painios formos plėkšninė pūslė, vadinama *plėkšniniu labirintu* (96 pav.); ji uždaryta iš visų pusių ir pripildyta skysčio. Kaulinio ir plėkšninio labirintų tarpas irgi pilnas skysčio. Plėkšninis labirintas laisvai glūdi kauliniame, tiktai jo dalis, esanti tarp abiejų langelių, prisiglaudusi prie kaulinio labirinto.

Plėkšninio labirinto irgi yra trys lankai ir sraigė, tik jo dalis, glūdinti kaulinio labirinto prieangyje, susidėjusi iš dviejų maišelių (b, c): vienas susisiekia su lankais, kitas — su sraige (a). Be to, iš abiejų maiše-

lių eina po vamzdį, kurie, susilieję į vieną, išeina iš smilkinio kaulo ir įsispiria į artimą galvos smegenų apvalkalą. Kaulinė sraigė yra įvijas vamzdis, kurs pustrečio karto apsisuka aplink kaulinį stulpelį, kaip įviji laiptai sukasi aplink savo stulpą. Vamzdžio viduriu eina gulsčia įvija lentynėlė, kurios viena briauna, kaulinė, priaugusi prie stulpelio, kita dviguba (prasiskyrusi) plėkšninė, — prie išorinės sraigės sienos. Ta lentynėlė dalija sraigės vamzdį į du urvelius: viršutinis nueina į labirinto prieangį (97 pav. Ft), apatinis — į apskritąjį langelį (Pt), sraigės viršūnėje abu urveliai susisiekia. Dviguba plėkšninė lentynėlė yra ne kas kita, kaip jau paminėta plėkšninė sraigė: jos viršutinis galas baigiasi aklinai.

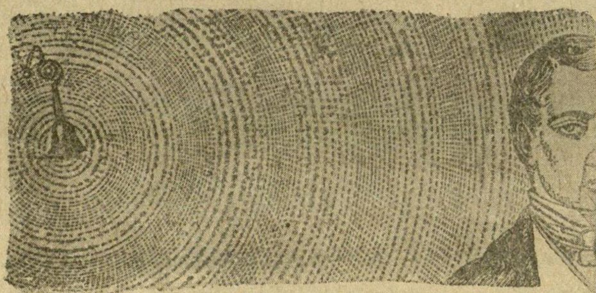


97 pav. Ausies pjūvis: M-G išorinė ausis, T-būgnelis, P-vidurinė ausis su kauleliais, O-stulgusis langelis, r-apskritasis langelis, V-labirinto prieangis, B-lankas, S-sraigė, C-Kortijo organas, A-girdimasis dirksnis, R-Eustachijaus vamzdis; 2) įtemptas būgnelis su kauleliais.

Mikroskopas parodė, kad plėkšninės sraigės vidus painiai sudarytas ir jame įdėti girdimieji narveliai. Iš galvos smegenų tam tikru smilkinio kaulo urveliu ateina į vidaus ausį girdimasai dirksnis (97 pav., A) ir vieną savo šaką leidžia į sraigę, kitą — į plėkšninio labirinto maišelius ir lankus. Tokiu būdu, girdimojo dirksnio skaidulos pasiekia visus plėkšninio labirinto narvelius.

Girdėjimas. Kada į ramų vandenį mes įmetame akmenį, tai nuo to daikto į visas puses vandens paviršium pasklysta viena po kitos bangos. Panašiu būdu, jei mes suduodame per kokį nors daiktą, kad jis drebėtų, tai nuo jo ima dre-

bėti, arba virpėti aplinkumos oras; pasidaro oro bangos, kurios nenutyla, kolei virpa užgautas daiktas. Turime čia tiek skirtumo, kad sujudintas vanduo kilnojasi, ir jo bangos sklysta paviršium, oro gi bangos sklysta ne tik į šalis, bet aukštyn ir žemyn ir visomis kryptimis, nes oras apsupa daiktą iš visų pusių. Oro bangos tai yra rutuliniai sluoksniai tankesnio ir retesnio oro, kurie eina pakaitais (98 pav.). Patankėjęs oro sluoksnis stengiasi išsiplėsti ir besiplėsdamas užgauna aplinkinius daiktus: ateina nauja tankesnio oro banga ir vėl užgauna daiktą. Jei tokios bangos pasikartoja viena po kitos gana tankiai, nemažiau kaip 10 kartų sekundėje ir nedaugiau kaip 40.000 kartų, mūsų



98 pav. Oro bangos.

girdimieji narveliai susijaudina, ir tuos įspūdžius mūsų sąmonė suvokia, kaip garsus. Juo rečiau eina bangos, juo žemesnis (storesnis) garsas; ir juo tankiau, juo aukštesnis (laibesnis) garsas. Oro bangos galima sukelti užgaunant kokį nors kietą daiktą (varpą, stygą) arba skystą (vandens tekšlenimas), arba dujas (oro pokštelėjimas, atkemšant butelį).

Oro bangas pagauna visų pirm ausies kaušelis; klausomuoju urvu jos pasiekia būgnelį ir suvirpina jį; nuo jo ima virpėti klausomieji kauliukai ir stulgiojo langelio plėkšnelė. Toliau suvirpa plėkšninio labirinto skystis ir sujaudina apiplaunamus girdimuosius narvelius; dirksnio skaidulomis sujaudinimas nueina į galvos smegenis. Kam tat reikia apskritojo langelio? Kadangi skysčiai nesiduoda gniaužiami, tai, lyg tik nuo oro bangós truktelia stulgusis langelis, skysčio virpulys viršutiniu sraigės urveliu nueina lig jos viršūnės, persirita į apatinį urvelį ir sutvinksi apskritajame langelyje. Jei to langelio nebūtų, tai stulgiojo langelio plėkšnelė negalėtų tvinkčioti, nevirpėtų plėkšninės sraigės skystis, ir joks judesys nepasiektų girdimųjų nar

velių. Suprantama, kad oro bangos pro stulgųjį langelį virpina ne tik sraigės, bet ir viso prieangio ir lankų skystį. Sraigės narveliai turi tą savybę, kad sugeba nuvokti muzikos atskirus ir suderintus garsus; prieangio narveliai nuvokia tiktai neaiškų garsų mišinį, kurį mes ūžimu arba trinksėjimu vadiname. Lankai turi kitokią reikšmę, ne girdimąją: jie padeda mums numanyti mūsų kūno pusiausvyrumą, kada stovime arba einame.

Oro virpėjimas gali pasiekti girdimąjį dirksnį ne tiktai aprašytu keliu, bet ir kaukuolės kaulais ir dar geriau pro burną, ryklę ir Eustachijaus vamzdį. Žinoma yra, kad grubausiai žmonės arba tie, kurie įsiklauso į tolimus ir neaiškius garsus, prasižioja, kad silpnos oro bangos labiau sujudintų būgnelį. Jei mes užkemšame ausis, kad nebegirdime laikrodžio tiksėjimo, tai, pridėję laikrodį prie kaktos arba padėję tarp dantų, vėl jį aiškiai girdime: nuo laikrodžio suvirpa galvos kaulai ir vidaus ausis*). Visų svarbiausia girdimojo organo dalis yra, žinoma, dirksnis su jo jautriomis galūnėmis; visa kita yra tik padedamieji prietaisai. Kada gyvuliui perpiauna dirksnį, jis visai pasidaro kurčias; bet jei nukerpa ausies kaušelį, gebėjimas girdėti mažai tenusilpsta. Būgnelio ir klausomųjų kauliukų pagedimas taip pat neturi girdėjimui sprendžiamos svarbos.

Kas yra kurčias gimęs, tas yra kartu ir nebylys; dažnas nebylys galėtų pradėti kalbėti, jeigu girdėtų kitus kalbant ir išmoktų vartoti kalbos organus. Atvirkščiai, apkurtę vaikai, ilgai nebegirdėdami žmonių kalbos, pamiršta ją ir tampa nebyliais. Net visai sveiki žmonės, kuriems tenka ilgus metus gyventi tarp svetimųjų, pamiršta savo gimtąją kalbą; jos nebegirdėdami jie atpranta vartoti tinkamai kalbos organus.

Regimasis organas.

Pagelbiniai regimojo organo prietaisai. Šviesos įspūdžius mes pagauname akimis. Būdamos labai opios ir svarbios, akys gerai apsaugotos nuo pavojingų įtakų. Akis, arba akies obuolys įdėtas tarp kaulų vadinamoje akies lomoje. Priekyje akis apsaugota antakiais, vokais ir blakstienomis.

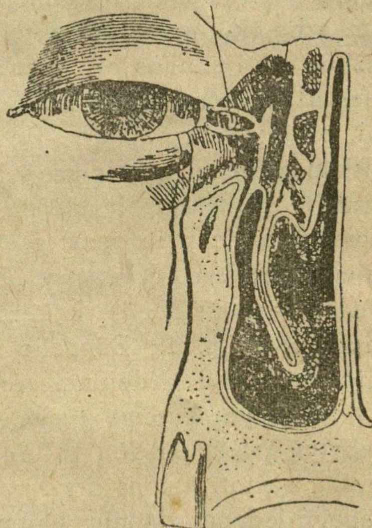
Antakiai saugo akis nuo šviesos, krintančios iš viršaus, kada mes prisimerkiame, tai kartu nuleidžiame ir antakius; be to,

*) Kada kamertonas nustoja skambėjęs, pastatykit jo kojelę sau ant galvos, — jūs vėl užgirsite jo toną.

antakiai sulaiko riedantį nuo kaktos prakaitą, kurs galėtų pakliūti į akis. Kitas prietaisas akiai apsaugoti nuo perstiprios šviesos yra *blakstienos*, arba eilės plaukelių, augančių vokų pakraščiais. Viršutinio voko blakstienos ilgesnės ir pariestos aukštyn, apatinio trumpesnės ir nulinkusios žemyn. Kada mes primerkiame akį, abiejų vokų blakstienos susiduria ir pasidaro lyg tinklelis, pro kurį įeina mažiau šviesos; blakstienos, be to, sulaiko ir neleidžia į akį dulkių. Bet vis tik svarbiausi akies saugomieji organai yra *vokai*. Abiejuose vokuose įdėtas grandinis



99 pav. Vokas iš vidaus pusės su blakstienomis; a-taukinės liaukutės.

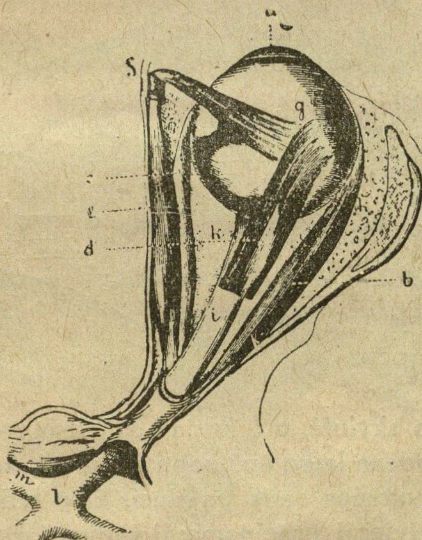


100 pav. Dešinioji akis ir nosies dešinioji vidaus pusė. Iš akies kertelės ašaros teka dviem vamzdeliais į ašarų maišelį ir toliau į nosį.

raumuo, kurs susitraukdamas vokus uždaro. Viršutiniame voke yra, be to, tiesus raumuo, kitu galu prisegtas prie lomos sienos; jis laiko voką pakeltą, ir, kada po ilgo nemiego raumuo pavargsta ir nusilpsta, akis merkiasi savaime. Vokuose, jų vidaus pusėje, įdėtos *taukinės liaukutės* (99 pav.), kurios atsirado vokų briaunose; jų leidžiami taukai ištepa vokų kraštus. Liga, vadinama akies miežiu, pasidaro nuo tų liaukučių įkarštėjimo.

Paviršutinė vokų oda yra plonutė, visai neturi lašinių sluoksnio ir todėl lengvai pasiduoda raukšlėjama. Nuo vokų briaunų oda užsiriečia į vidų ir sudaro voko vidaus paviršiuje gleivingą plėnelę, kuri nuo vokų persimeta ant akies obuolio ir suauga

su juo. Kad akis nesitrintų į voką, akies obuolį vilgo ašaros. Ašaras gamina tam tikros *ašarinės liaukutės*, įdėtos akies išorinėje kertelėje. Vokai mirkčiodami suvilgo ašaromis akies paviršių ir nustumia jas į akies vidaus kertelę, šalia nosies; čia yra duobutė, vadinama ašarų klanu. Dalis ašarų nugaruoja nuo akies, kita renkasi ašarų klane ir dviem urveliais įsisiurbia į trumpą ašarų maišelį (100 pav.). Iš maišelio ašaros tam tikru vamzdeliu nuteka į nosies vidų. Jei ašarų sunkiasi nemaža, tai nosies gleivingoji plėnelė pašlampa, ir randasi reikalo šluostytis nosis; bet jei ašarų sunkiasi labai daug, tai visos jos nespėja įsigerti ir rieda per veidus.

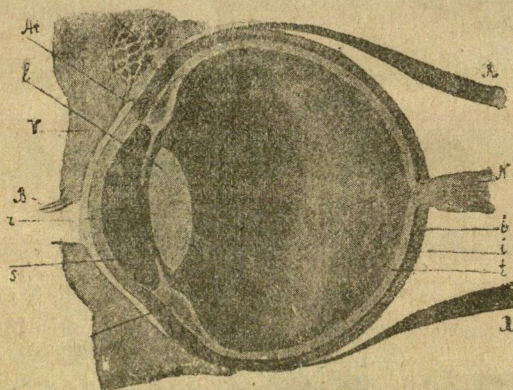


101 pav. Dešinioji akis su raumenimis ir dirksniu: a-ragena, b, c, d-tiesieji raumens, i-regimasis dirksnis, e, f, g-lenktasis raumuo, k-riebalinis akies paklodas, m-kairiosios akies dirksnis, m-dirksnių kryžmas.

Akis yra labai judus organas; abi akys juda sutartinai. Tam reikalui jos turi po *6 raumenis*, kokius viena, tokius kita: po keturius tiesius ir po du lenktus; jų užpakaliniai galai prisegti prie lomos dugno. Keturi tiesieji raumens pryšakiniais galais prisisegę prie akies obuolio: vienas viršuje, antras apačioje, trečias kairėje, ketvirtas dešinėje (101 pav.); tuo būdu, tie raumens gali kreipti akį į visas keturias puses. Vienas lenktasis raumuo, išėjęs iš lomos dugno, praleidžia savo sausgyslę pro kremzlinę kilpą kaktos kaule (f) ir pasisukęs į akies obuolį priauga prie jo. Kitas lenktasis raumuo, aprietęs obuolį, priauga netolies pirmojo; abu raumens gręžia akies obuolį (aplink ašį) kiekvienas priešingon pusėn. Tuo būdu, visų raumenų dėka mūsų akis gali kraipytis ir grąžiotis, kaip tinkama. Jei atsi-

tinka, kad kieno vienas raumuo yra pertrumpas arba suserga, tai akis pasidaro žvairi. Akies obuolys guli lomoje ant minkšto riebalinio paklodo; riebalai neleidžia akies obuoliui išsmukti iš vietos, kada jis raumenų traukiamas vartosi lomoje, ir apsaugo nuo sutrenkimo.

Kaip sudarytas akies obuolys*). Akies obuolys yra susidėjęs iš skysto branduolio, kurį aptraukia trys gulinčios kita ant kitos plėnelės (102 pav.): išviršinė, vidurinė ir apatinė. Išviršinė plėnelė, arba *odena*, gana stora ir tvirta, lyg kevalas aptraukia kitas akies plėneles. Jos užpakaly yra



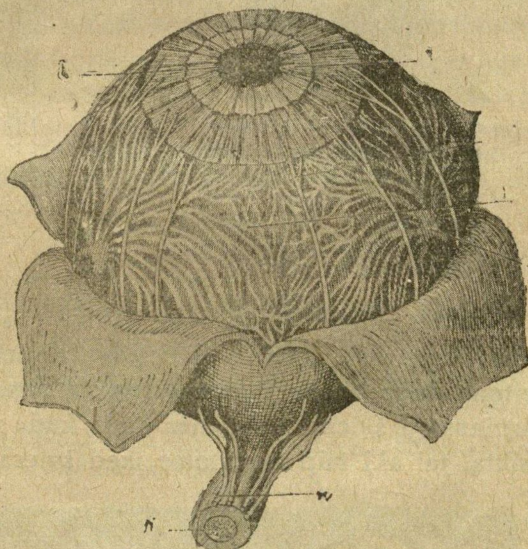
102 pav. Akies piūvis: V-vokas, B-blakstienos, R-akies raumens, A-ašarų liauka, At-ašarų takas, N-dirksnis, C-odena, r-ragena, t-tinklainė, s-rainė, l-lęšiukas.

apskrita skylutė, pro kurią į akį įeina regimasis dirksnis ir kraujo indai; odena laiko apčiuopusi dirksnį, kaip koks vamzdelis. Pryšakinė odenos dalis pakilusi, kaip laikrodžio stiklelis, ir visai giedri, šviesai praeinama; ji vadinasi raginė plėnelė, arba *ragena* (r). Visa kita odenos dalis negiedri, balta, savo spalva panaši į virto kiaušinio baltymą, todėl *baltoji plėnelė* (b) vadinas, prie jos priaugę akies judinamieji raumens. Vidurinėje plėnelėje yra daug kraujo indų, maitinančių akį; ji turi *gyslainės* vardą (i); jos užpakaly taip pat yra skylutė regimajam dirksniui įeiti. Gyslainė nuo tamsaus pigmento atrodo visai juoda; tačiau retkarčiais atsitinka žmonių raudonomis akimis: tokių žmonių gyslainėje pigmento visai nėra, ir tada šviečiasi gyslainės kraujo indeliai. Žmonės tokiomis akimis vadinasi albinosai. Mes žinome ir gyvulių raudonomis akimis, pav. kiškius ir triušius.

Priekinė gyslainės dalis yra plokščia, skridinėlio pavidalo, su apskritu viduryje langeliu (skylute). Skridinėlis gali būti

*) akies pavyzdžiu gali būti jaučio akis.

rusvas, pilkas, žalsvas arba žydras; nuo to ir akis mes vadiname rusvomis, žydromis ir t.t. Skridinėlis (s) turi *rainės* vardą, o apskritasis josios langelis vadinasi *akies lėliukė*, arba *vyzdys*. Rainėje yra lygiųjų raumenėlių, kuriems susitraukiant lėliukė arba pasiaurėja arba prasiplečia; vieni eina nuo lėliukės spinduliais ir ją plečia, kiti, grandiniai, lėliukę siaurina. Jei žmogus staiga pažvelgia į artimus arba skaisčiai apšviestus daiktus, tai lėliukė pasiaurėja, ypač jei pirm to buvo žiūrėta tamsumon; atvirkščiai, jei pažvelgia į tolimus arba blogai apšviestus daiktus, lėliukė prasiplečia*). Siaura lėliukė įleidžia šviesos į akį 20 kartų



103 pav. Akies obuolys odena atversta, i-gyslainė d-kraujo indų mazgas r-rainė, jos vidury akies lėliukė, aplink ją skridinėlis, N-regimasis dirksnis, n-rainės dirksniai.

mažiau, kaip kad išsiplėtusi. Po ragena mes matome rainę ir akies lėliukę. Kadangi ragena išgaubta, o rainė plokščia, tai tarp jų yra nedidelė ertmė, pripildyta taip vadinamo *vandeningo skysčio*; akies vidų, už rainės, kaip žinome, užima giedrutėlė, pusiau skysta medžiaga, apvilkta plona plėnele ir vadinama *stiklišku kūnu*.

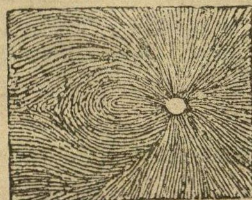
103 paveikslėlis rodo akį, kurios odena keliose vietose perskrosta ir atlošta į šalis; po ja matome gyslainę (i) su indų rezginiu (d) ir rainę (r) su lėliuke (l); aplink rainę matome skridinėlį, vadinamą *blakstieniniu žiedu*. Tokias pat vidurinės plėnelės dalis randame, pažvelgę iš vidaus pusės (104 pav.): vidury lėliukę, aplink ją rainę su spinduliniu vainiku ir aplink rainę — blakstieninį skridinėlį dantytu kraštu, kuriuo jis susiduria su gyslaine.

*) Patikrinkit tą reiškinį, pasistatę ties savim veidrodį.

Apatinė plėnelė, trečioji, kad ir labai plona, sudaryta painiai; ji susidėjusi iš kelių sluoksnių regimųjų narvelių ir regimojo dirksnio skaidulų, tankiai susipynusių. Ta plėnelė vadinasi *tinklainė* (102 pav.); būdama plona, ji nekliudo prasišviesti tamsiai gyslainei. Šviesa, įėjusi pro lėliukę, pasiekia tinklainę, sujaudina regimuosius narvelius, ir mūsų galvos smegens regimuoju dirksniu gauna žinoti, ką yra pamatę mūsų akys.

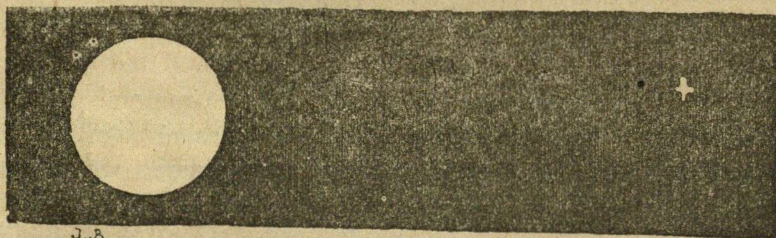


104 pav. Rainė iš vidaus pusės. Pačiame vidury lėliukė, aplink ją rainė su spinduliais, aplink rainę blakstieninis skridinėlis dantytu kraštu, kuriuo jis susiduria su gyslaine.



105 pav. Akloji dėmė dešinioje ir geltonoji kairioje pusėje.

Akies dugne, tinklainėje galima rasti taškas, kuriuo į akį įeina regimasis dirksnis (105 pav. dešinėje), ir šalimais maža geltona duobutė, vadinama *geltonoji dėmė*. Geltonoji dėmė yra jautriausioji šviesai tinklainės dalis; kada mes žiūrime kokį nors daiktą, tai akį taip nustatome, kad šviesa nuo to daikto kristų

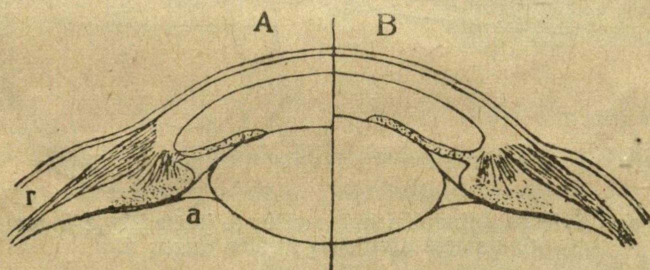


106 pav., kuriuo galima įsitikinti, kad mūsų akyje esama aklosios dėmės.

kaip tik geltonojon dėmėn; juo toliau nuo geltonosios dėmės, juo neaiškesnių įspūdžių gauna tinklainė nuo žiūrimųjų daiktų. Vieta, kur įeina regimasai dirksnis ir iš kur skleidžiasi į visas puses jo skaidulos, šviesai visai nejautri: mes nematome daikto jei nuo jo šviesa krinta ton vieton; dėl to ji vadinasi *akloji dėmė*. Net bandymu lengva įsitikinti, kad tokios dėmės esama tinklainėje. 106 pav. atvaizduoti baltas skridinėlis ir baltas

kryželis. Paėmę popierių į ranką, užmerkime dešiniąją akį ir kairiąja žiūrėkim į kryželį; tada akyje atsimuša ir baltasis skridinėlis. Bet jei dabar popierių imsime čia artinti čia tolinti nuo akių, nenuleisdami akies nuo kryželio, tai atitiksim tokį atstumą, kada baltas skridinėlis išnyks iš akies; vadinas, jo atvaizdas krito tinklainės aklojon dėmėn. Jei kitą akį laikytume neužmerkę, tai bandymas mums nepasisektų, nes skridinėlio atvaizdas, nors kritęs kairiosios akies aklojon dėmėn, atsimuštų kitos akies ne aklojoje dėmėje.

Kaip akis regi. Akies viduje prie lėliukės prisišliejęs kietas ir stingrus, visai giedrus apskritas kūnas, vadinamas *lęšiukas* (102 pav., (l). Jis abiem pusėm pūpsomas ir panašus į mažą didinamąjį stiklelį. Lęšiukas įdėtas giedriame maišelyje, nuo kurio briaunų eina spinduliais jungiamojo audinio skaidulos į dantytą blakstieninio žiedo kraštą (107 pav., a); jie laiko mai-



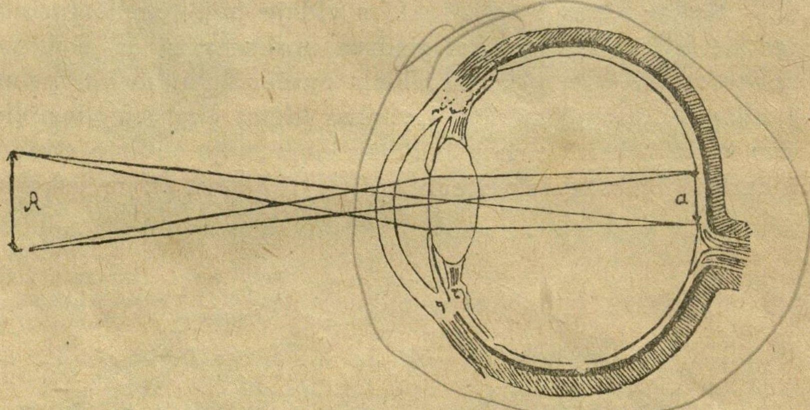
107 pav. Lęšiuko prisitaikinimas: A-tolumai, B-artumai; lęšiuko maišelis, r-spindulinis raumuo.

šelį įtemptą ir lęšiuką suspaustą. Prie tų skaidulų priaugę spinduliniai raumens (r), o kitais savo nejudamais galais prie ragenos kraštų. Raumens, susitraukdami, dantytą žiedo kraštą priartina prie lęšiuko, ir maišelis buvęs įtemptas atsileidžia. Tada lęšiukas, maišelio nebevaržomas, pats savaime bent kiek pasipučia, darosi storesnis. Toks lęšiuko gebėjimas paplokštėti ir pastorėti, arba jo skėtrumas yra mums, kaip toliau matysime, didelės svarbos.

Šviesa nuo aplinkinių daiktų įeina į akį pro lėliukę ir krinta tinklainėje, kur atsimuša sumažintas ir apverstas daikto vaizdas: viršus atsiduria apačioje, daikto apačia viršuje. Esti taip dėlto, kad šviesos spindulius, einančius nuo daikto, įlaužia lęšiukas (silpniau ragena ir stikliškas kūnas) ir apverčia jo vaizdą (108 pav.). Bet vis tik mūsų smegens gauna įspūdį, kurs atitinka tikrąją daikto padėtį, kitaip sakant, mes regime daiktus, kaip

jie yra tikrumoje, viršais aukštyn. Jau iš mažų dienų mes įprantame nuvokti, kitiems organams padedant, kur daikto viršus, kur jo apačia, ir tuo būdu atitaisome akių netobulumą.

Daiktus matome aiškiai tik tada, jei jų vaizdai atsimuša kaip tik pačioje tinklainėje, nearčiau ir netoliau. Plonesnis lęšiukas, koksai visad būna maišelio suveržtas, silpniau laužia šviesos spindulius už pastorėjusį, bet tada aiškiai atmuša tinklainėje tolimus daiktus. Kitaip yra, kada žiūrime artimus daiktus: čia lęšiukas turi prisitaikinti ir pastorėti, kad stipriau



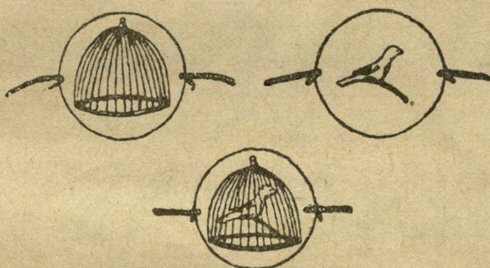
108 pav. Šviesos spinduliai nuo strėlės A įlūžta akyje ir atmuša tinklainėje atvirkščią strėlės vaizdą a.

laužtų spindulius ir vėl duotų aiškų vaizdą tinklainėje; tada spinduliniai raumens turi susitraukti ir atleisti lęšiuko maišelį (107 pav., B). Dėl šito mūsų akys pavargsta nuo ilgo skaitymo ir rašymo ir ieško progos nusikreipti į tolimus daiktus ir pasilsėti.

Šviesos įspūdis, kurį gauna akys iš kokio nors daikto, ne vienu kartu išnyksta iš akių tam daiktui pasitraukus, bet dar pasilieka trumputėlį laiką, $1/9$ sekundės. Švaitydami tamsumoje žarijuotą skalą, mes matome ištisą ugninę liniją, nes įspūdis, kurį gauna tinklainė, trunka ligiau, negu kad reikia žarijai apsisukus grįžti ton pačion vieton. Dėl tos pat priežasties mes matome ištisą šviesią liniją nuo krintančios žvaigždės ir nematome atskirų stipinų greitai besisukančio tekinio: mat, įspūdžiai dar neišnykę susilieja į vieną. Šita mūsų akių savybe pasinaudojama kai kuriems žaislams dirbti. Pav., vienoje popierinio skridinėlio pusėje piešia paukštį, kitoje narvelį (apverstą); virvelėmis skridinėlį smarkiai įsuka, ir tada paukštis rodosi tupįs

narvelyje (109 pav.). Tiek paplitę mūsų laikais kinematografų paveikslai savo pagrinde turi šitą mūsų akies savybę.

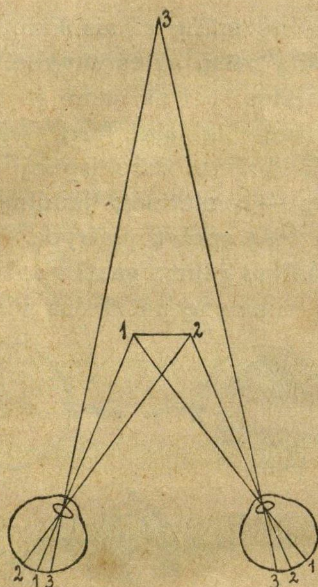
Akimis ne tik matome daiktus, bet skiriame ir jų spalvas. Kai kurių mokslininkų nuomone, tinklainė turi trijų rūšių dirksninius narvelius; vienų sujaudinimas daro įspūdį raudonos spalvos, kitų — žalios ir trečių — violetinės; jaudinamos dvi arba trys narvelių rūšys duoda visą spalvų įvairybę. Ir tikrai, maišant tos trys pagrindinės spalvos galima gauti visokių spalvų ir jų atmainų. Tą mokslininkų nuomonę patvirtina vienas įdo-



109 pav. Žaislas, kuriuo įsitikinama, kad šviesos įspūdžiai ne tuojau išdyla akyse.

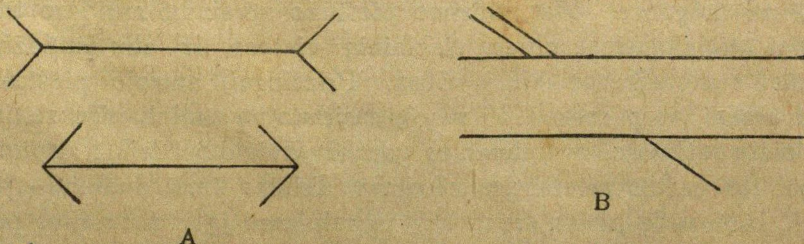
mus reiškinys. Atsitinka žmonių, kurių akys nenusimano spalvose ir skiria tiktai šviesos laipsnius; bet yra ir tokių, kurie nenuvokia kurios nors vienos pagrindinės spalvos; dažniausiai būna, kad žmogus nenuvokia žalios spalvos: visokias spalvas vadina dviem vardais — raudonas ir žydras. Tokia akių yda vadinasi «žalioji aklybė». Be žaliosios aklybės, atsitinka «raudonoji aklybė», kada spalvoms žmogus turi taip pat du vardu — žydras ir geltonas, ir dar rečiau atsitinka violetinė aklybė.

Regėjimas abiem akim. Nors mes nuo žiūrimų abiem akim daiktų gauname du atskirus atvaizdus tinklainėse, tačiau mes matome ne dvigubus daiktus, bet vieninius. Šią aplinkybę paaiškina toks bandymas. Ties akimis laikome du pieštukus, vieną už kito per kokius 10 cmt. Jei įdursim akis į vieną katrą pieštuką, tai antrasis tuo pat metu rodysis mūsų akims dvigubas. Mat, žiūrimo pieštuko atvaizdai susidaro tiksliai atatinkančiose abiejų tinklainių vietose, ir abu įspūdžiai mūsų sąmonėje susilieja į vieną. Priešingai, antrojo pieštuko atvaizdai, kaip rodo (110 pav.), susidaro ne atatinkančiuose tinklainių taškuose, ir todėl mes gaunam dvigubo daikto įspūdį. Dėl tos pačios priežasties žiūrimas daiktas ima dvailintis, jei tik, prispaudę pirštu vieną akį, iškreipiame ją iš normalios padėties.



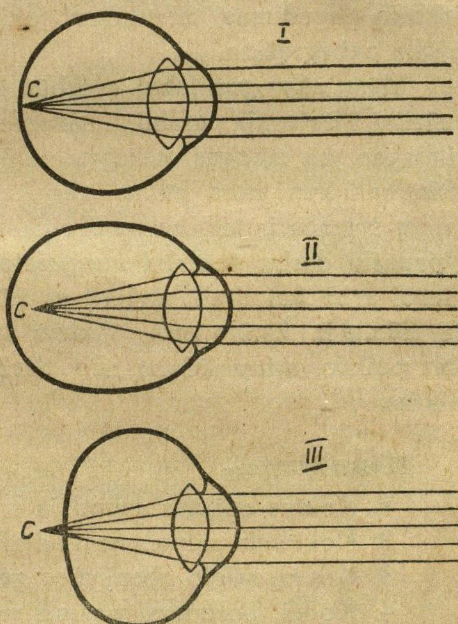
110 pav. Kaip mūsų akyse dvailinasi daiktai.

Savo akimis mes ne tik juntame šviesą, pažįstame spalvas, suvokiame daikto lytį, regėjimas dviem akim duoda mums neabejojamų patogumų; 1) abiejų akių *apmatomas plotas* žymiai didesnis, kaip vienos. 2) Kai žiūrime kurį daiktą, mes savo dešiniąja akim matom jį daugiau iš dešinės pusės, kairiąja — iš kairės, abiem akim daiktą lyg apčiupinėjame ir gauname jo *kūniškumo* įspūdį. 3) Kada akių ašys susikerta žiūrimame taške, mes lengviau pagauname *gilumos* sąvoką, arba daikto nutolimą nuo akių; ir juo staigiau susikerta ašys, juo artesnis atrodo mums daiktas. Jei laikome ištiestoje rankoje raktą arba žirkles taip, kad jų grandis būtų atkreipta į mus savo briauna, tai užmerkus vieną akį, daug sunkiau pataikyti į grandį atrosios rankos pirštu. Nuotolių sprendimas kad ir abiem akim vis tik nėra tikslus, nes pašalinės aplinkybės dažnai suklaidina akis. Regėjimo klaidas pavaizduoja nubrėžtos 111 paveikslėlyje linijos.



111 pav. Regėjimo klaidos. A-gulsčiosios linijos atrodo nevienodo ilgumo. B-Apatinė pasvirusioji linija atrodo antrosios viršutinės tęsinys.

Akių nenormalumai ir gedimai. Žmogui senstant, lęšiukas darosi nebeskėtrus ir perplonas; jis nebepajėgia storėti ir stipriau laužti šviesos spindulių. Tokioje akyje artimų daiktų vaizdai atsimuša ne tinklainėje, bet už jos. Seni žmonės vaizdžiai mato tik tolimus daiktus ir skaitydami knygą (arba siuvinį siūdami) laiko ją toli nuo akių. Šituo atsitikimu iškili akinių stiklai papildo permažą lęšiuko iškilumą, ir pro juos seni žmonės ir artimus daiktus vaizdžiai gali matyti.



112 pav. I-normali akis. II-žemažiūrė akis: jos ašis perilga, vaizdas atsimuša prieš tinklainę. III-aukštažiūrė akis: jos ašis pertrumpa, vaizdas atsimuša už tinklainės.

Kartais ir jauni žmonės, vadinami *ilgaregiai*, arba *aukštažiūriai* gerai mato tolimus daiktus ir sunkiai įžiūri artimus, pav., smulkų raštą. Tai būna tačiau ne dėl lęšiuko kaltybės, kaip pas senius, bet dėl to, kad jų pertrumpa akies ašis (akies obuolys), kad tinklainė per arti nuo lęšiuko (112 p., III). Kad gautume aiškų vaizdą tinklainėje, vartojami ir čia akiniai iškilais stiklais, kurie artina vaizdus ir kloja tinklainėje.

Žmonės, kurie vargina savo akis, nuolat žiūrėdami smulkius daiktus, skaitydami ir rašydami arti prisikišę, atpranta matyti vaizdžiai tolimus daiktus. Toki žmonės vadinas *trumparegiai*, arba *žemažiūriai*. Jų akies ašis yra perilga, ir atvaizdai krinta stikliškame kūne, nepasiekdami tinklainės (112 p., II). Tai ydai atitaisyti vartojami abipus įlinkę stiklai, kurie tolina atvaizdus ir nustumia į tinklainę. Trumparegystė gali pasida-

ryti ir tada, kai lęšiukas nustoja gebėjimo plokštėti ir perstipriai laužia spindulius.

Atsitinka retkarčiais, kad lęšiukas ima gesti: darosi nebegiedrus ir baltas. Ta liga, vadinamas giedravalkis, nuo kurio apanka žmogus, gydoma išimant iš akies lęšiuką. Žmogus, nors atanka, bet regi silpniau; lęšiuką pavaduoja tam tikru labai iškilu stiklu, bet, žinoma, akys nebejėgia taikintis visokioms tolumoms. Jei aklybės priežastim būna tinklainės arba regimojo dirksnio pagedimas, tai tuokart jokios gydomos priemonės regėjimo nebegrąžina.

Mūsų akys yra labai svarbūs organai; tai yra nelyginant langeliai į šviesųjį pasaulį. Žinome gerai, koks bejėgis ir nelaimingas yra žmogus neregys. Dėlto rūpestingai reikia saugotis, kad kuo nors akims nepakenktume. Patariama vengti staigių šviesos ir tamsos pasikeitimų, neskaityti, nerašyti, nesiūti ir panašių darbų nedirbti nei prietamsėlyje, nei skaisčioj saulės šviesoj arba kai dreba šviesa ar žiūrimas daiktas; saugotis dulkių, dūmų ir karšto oro. Akims labai sveika, kai duodame joms poilsio, atitraukdami nuo darbo ir nukreipdami į tolimus daiktus.

Klausimai.

1. Kokius daiktus suuodžia mūsų nosis?
2. Kokiomis sąlygomis uodimas atbunka?
3. Kodėl valgio skonį mes geriausiai juntame rydami?
4. Kodėl, norėdami pažinti vandens temperatūrą, kišame ne pirštą, bet visą plaštaką?
5. Kodėl, norėdami spręsti apie daikto stovį, pasvarstome jį ranka?
6. Dėlko nepaklysta žmogus, dėdamas kąsnelį į burną?
7. Kodėl stiprūs garsai gali «apkurtinti» žmogų?
8. Kam artileristai, šaudami iš armotų, prasižioja?
9. Kodėl mes geriau girdime pridėję delną prie ausies?
10. Kodėl apykurčiai žmonės klausydami prasižioja?
11. Kodėl verkiančiam žmogui tenka šluostytis nosis?
12. Kodėl einant prieš vėją akys ašaroja?
13. Kodėl ilgai skaitant akys pavargsta;

TURINYS.

Pr. Mašiotas **Juozukas ir Jockus** . . . 1.30

V. Dubas **Vytukas** . . . . 3.—

F. Molnar **Povilo gatvės vaikai** Vertė Pr. Mašiotas Iliustruota . . . . 3.—

H. Aanrud **Vaikai** Vertė Pr. Mašiotas. . . 2.50

Tomas Alva Edisonas Vertė Atlasevičaitė 3.—

P. Rozegeris **Alpių kalnuose** Įvairūs pasakojimai. Atrinko ir išvertė Pr. Mašiotas . . 1.70

Jon Svensson **Salose** Vertė Pr. Mašiot. Iliustr. 3.—

Jon Svensson **Saulėtosios dienos** Vertė Pr. Mašiotas. Iliustruota. 4.80

Jon Svensson **Nonis** Vertė Pr. Mašiot. Iliustr. 4.—

Palle **Aplink žemę per 44 dienas** Vertė Pr. Mašiotas. Iliustruota . . . . 3.—

Rudyard Kipling **Džunglės** Iliustruota . . . 3.—

A.K. Rubakino **Šiaurės Ledjūryje** Iliustr. 2.50

A. Giedrius **Pašnekos** Iliustruota . . . . 3.—

A. Giedrius **Šlubys** Apysaka. Iliustruota . 1.50

N. Bangelė **Vyturėlis** Pasakos, legendos, apsakymėliai. Iliustruota 1.50

J.O. Curvood **Meškinas Tiras** Nu[illegible]iai Kanados miškuose. Iliustruota 3.50

P.irO.Blau **Kaip šlama brazda žaliojoj girioj** Vertė Pr. Mašiotas. Iliustruota . 2.60

Knygynai, mokytojai ir šiaip knygų platintojai, perkantieji už didesnę sumą, gauna d i d e l ę n u o l a i d ą

U ž s a k y t i :

„Dirvos" B-vės knygynas

K A U N A S

Laisvės alėja 29. Telef. 160.

MARIJAMPOLĖ

Basanavičiaus a. 14. Telef. 16.

„DIRVOS“ B-vės leidiniai

vidurinėms ir aukštesniosioms mokykloms:

Inž.K.Šakenis **Fizika** I d. Įžanga. Mechaniko…
Skysčiai. Dujos. Pagr. žinios iš chemijos. …
Inž.K.Šakenis **Fizika** II d. Magnetas. Elektra. …
Inž.K.Šakenis **Fizika** III d. Šviesa, garsas, …
gos, darbas ir energija 5.50
Pr.Mašiotas **Fizikos vadovėlis** Vidurinėms mokykloms . . . 3.50
Ant.Kaunas **Aritmetikos uždavinynas** Gimnazijoms ir vidurinėms mokykloms. I dalis III leidimas 2.50
Ant.Kaunas **Aritmetikos uždavinynas** II dalis. II papil. leid. 2.50
Inž.Vl.Pauliukonis **Penkiaženklių logaritmų knyga** Sudaryta iš perspausdintų E. Przevalskio ir D. Artemjevo logaritmų lentelių . . . . 4.—
Prof.K.D.Pokrovski **Kosmografijos vadovėlis** Su papildomu skyrium «Kosmografijos pratimai»; su žvaigždėlapiu ir 190 pieš. 5.—
J.Baronas **Žmogaus kūnas** Trumpa žmogaus anatomija ir fiziologija 2.75
A.Klimas **Geografija** Afrika, Amerika, Australija, Azija . . . 4.50
A.Klimas **Lietuvos geografija** IV pataisytas ir papildytas leid. 3.50
Prof.O.Schmeilio **Botanikos vadovėlis** d-ro M. Frankė's ir prof. d-ro O. Rabes'o paruošta mokyklai . . . . 3.—
J.Gobis **Trumpas visuotinės istorijos kursas** Aukštesniųjų mokyklų pirmajam koncentrui (II, III ir IV kl.). II pataisytas ir papildytas leidimas . . . . 3.—
Prof.R.Viperis **Vidurinių amžių istorija** su paveiksl. ir žemlp. 3.—
Prof.R.Viperis **Naujoji istorija** II knyga. Nuo Šiaurinės Amerikos revoliucijos ligi Versalio taikos . . . . 3.—
A.Iešmanta **Poška, Stanevičia, Valiūnas, Strazdas ir jų raštai** Aukštesniajai mokyklai . . . . 2.—
M.Gustaitis **Petras Kriaučiūnas** Monografija. Gyvenimas. Raštai. Dokumentai . . . . 3.—
Doc.V.Dubas. **Chateubriand'as** Kursas skaitytas L. Universitete 4.—
Rasin'as **Sidas** 1.50
Prof.V.Dubas **Literatūros įvadas** III perdirbtas leidimas . . 3.50
Žemaitės raštai I, II, III ir IV tomai . . . . . . Tomas po 6.50
M.Gustaitis **Stilistika** Literatūros teorijos vadovėlis. II patais. leid. 3.—
J.Žiugžda **Diktantai** Pavyzdžiai gramatikai ir rašybai. II leidimas 2.—

Taip pat gaunama minėtų mokyklų raštinėms: klasės ir trimestrų žurnalai, dežuruojančių knygos, algų lapai, mokinio dienynai ir t.t.

Mokytojai, knygynai ir šiaip asmens, perkantieji didesnį skaičių, gauna didelę nuolaidą

Užsakyti:

„Dirvos“ B-vės knygynas

KAUNAS
Laisvės alėja 29. Tel. 160.

MARIJAMPOLĖ
Basanavičiaus aikštė 14. Tel. 16